

# Tarmskinn og Tarmskinndrakter

En undersøkelse av tarmskinn, ved hjelp av akselerert aldring av et testmateriale  
og en undersøkelse av syv tarmskinndrakter

Christina Iversen



Masteroppgave ved Institutt for arkeologi, konservering og  
historie

UNIVERSITETET I OSLO

29.12.2011



© Forfatter

År

Tittel

Forfatter

<http://www.duo.uio.no/>

Trykk: Reprosentralen, Universitetet i Oslo

## Sammendrag

Tarmskinn ble i arktiske strøk brukt til å lage regntette og vindtette anorakker som hovedsakelig ble anvendt utenfor en annen pels. Denne oppgaven tar for seg materialet tarmskinn og oppgaven er basert på syv tarmskinndrakter som Kulturhistorisk museum i Oslo eier. Hensikten var å undersøke hvordan tarmskinn og drakter laget av tarmskinn påvirkes av å være i en museumskontekst. Ettersom tarmskinn er lite beskrevet i litteraturen la dette grunnlaget for en tredelt problemstilling med hovedtemaer inkludert underspørsmål;

1. Tarmskinnets strukturelle oppbygging; Hva er tarmskinn og hvordan er den strukturelle oppbyggingen til tarmskinn?
2. Makroskopiske og mikroskopiske undersøkelser; Hvilke undersøkelsesmetoder er egnet i en tilstandsundersøkelse av tarmskinn og er det mulig å si noe om tilstanden til tarmskinn på bakgrunn av en visuell undersøkelse på makroskopisk plan?
3. Nedbrytning og nedbrytningsrate; Kan et kunstig aldret tarmskinn si oss noe om hvordan miljømessige faktorer som lys og varme påvirker tarmskinnet og kan et kunstig aldret tarmskinn relateres til en virkelig museumskontekst og kan den si oss noe om nedbrytningsraten til tarmskinn med tanke på langsiktig bevaring?

Et nytt tarmskinn ble derfor bearbeidet og utsatt for to aldringsregimer. En undersøkelse av draktene til KHM sammen med en undersøkelse av testmaterialet ga grunnlaget får å finne ut at problemstillingene over. Tarmskinn er et kollagenbasert materiale og det ble funnet ut at tarmskinnet trolig produseres av det tarmlaget som heter submucosa. Fibrene er lange og stort sett orientert parallelt i forhold til hverandre og beveger seg i to ulike retninger, som i to motgående helikser. Hovedfibernetverket er vevet sammen i et slags grindmønster og er igjen dekket av et lite nettverk av fibriller og fibrillbunter. Denne strukturen gir tarmskinnet styrke og fleksibilitet utnyttet til og egner seg av den grunn til å produsere klesdrakter.

Undersøkelsesmetodene som ble anvendt i denne oppgaven baserer seg på metoder utviklet for liknede kollagenbaserte materialer som skinn, lær og pergament. Analysemetodene som ble brukt var en visuell analyse på makroskopisk plan, sammen med en fibervurdering og en vurdering av kollagenets hydrotermisk stabilitet på mikroskopisk plan. Samt en undersøkelse under elektronmikroskop (SEM) på mesoskopisk plan. Undersøkelsene viste at en vurdering av kollagenets hydrotermiske temperatur sammen med en fibervurdering egnet seg til å

undersøke tarmskinnets grad av nedbrytning. Resultatene fra undersøkelsene viste også at det ikke var mulig finne en sammenheng mellom tarmskinnets tilstand på bakgrunn av en visuell undersøkelse på et makroskopisk plan sammenlignet mot en undersøkelse av kollagenets hydrotermiske stabilitet foretatt på mikroskopisk plan.

Det bearbeidete tarmskinnet ble utsatt for to aldringsfaktorer, lys og varme. Resultatene viste at begge faktorene førte til en nedbrytning som var mulig å fastsette på bakgrunn av en vurdering av kollagenets hydrotermiske stabilitet. Det var ikke mulig å fastsette hvorvidt en av disse faktorene hadde en større eller mindre betydning for tarmskinnets bevaringstilstand. Det viste seg vanskelig å knytte det kunstige aldrede tarmskinnet opp mot en spesifikk utstillingskontekst, med tanke på nedbrytning og nedbrytningsrate. Allikevel viste det at et kunstig aldret tarmskinn kan brukes sammen med en undersøkelse av reelle gjenstander. Sammen kan disse gi nyttig informasjon om tarmskinnet struktur og oppbygging,

## Forord

Denne oppgaven ble påbegynt den 22 august 2011 og på grunn av de tidsmessige begrensningene vil dette bare være en rørelse i overflaten av dette emnet. Mer tid ville trengtes om en hel forståelse av tarmskinnsmaterialet skulle vært oppnådd. Håpet og hensikten er at dette prosjekt vil kunne bidra til en litt større forståelse for tarmskinn og tarmskinndrakter og samtidig danne grunnlaget for videre forskning på dette på dette området. Underveis i arbeidet med denne oppgaven har jeg fått mye god hjelp og mange gode råd. Jeg vil gjerne takke;

Min veileder Joel Taylor for konstruktive tilbakemeldinger og god hjelp under arbeidet med denne oppgaven.

Douwtje van der Meulen for god hjelp, tips og råd.

Kulturhistorisk Museum i Oslo for at jeg fikk anledning til å arbeide og undersøke tarmskinndraktene.

Anne Sommer-Larsen for at jeg fikk ta utgangspunkt i tarmskinndraktene, for tilrettelegging og tilgang som gjorde det mulig å gjennomføre dette spennende prosjektet!

Torunn Klokkernes for at du tipset meg om tarmskinndraktene til KHM. Uten dine tips ville ikke dette prosjektet vært noe av! I tillegg vil jeg takke for alle tanker og gode råd underveis arbeidet med denne oppgaven.

Anne Lisbeth Schmidt ved Nationalmuseet i København for stor inspirasjon og for tips til problemstilling og råd underveis. I tillegg vil jeg takke for at jeg fikk lov til å være med på prosjektet *Skinddragter fra Nord* og for at du introduserte meg til skinndraktenes fantastiske verden!

Tore Haug ved Norsk Havforskningsinstitutt for testmaterialet fra grønlandsselen.

Duncan Slarke ved konserveringsstudiet for god hjelp til å gjennomføre SEM analysen og for oppmuntrende samtaler.

Susan Braovack ved KHM for at jeg fikk låne ovn og utstyr til de eksperimentelle forsøk.

Nalini Sharma ved KHM for tilretteleggingen av undersøkelsen foretatt av draktene samt, hjelp til prøvetaking, informasjon om draktene og annet.

Anne Håbu for informasjon om muggsaneringsprosjektet.

Guro Hjulstad for informasjon og tilgang til data angående klimaet i Arktis utstillingen og i magasin.

Cathrine M. Whist ved Mycoteam for muggsoppanalyse.

Tanja Dedenroth Jensen for at jeg fikk lese din upubliserte bacheloroppgave, "*Tarmskind - fremstilling og nedbrydning*".

Alle mine medstudenter, for fantastisk støtte, god hjelp og godt humør!

Mari Steinert for tilbakemeldinger og gjennomlesing av enkelte deler av oppgaven.

Til hele min familie for god støtte og hjelp, og en spesiell takk til min kjære Andreas for hjelp, tålmodighet, kaffe, mat og støtte under hele dette semester!

*En varm takk til alle!*

*Christina Iversen, 28.12.2011*

# Innhold

1	Innledning.....	1
1.1	Bakgrunn og problemformulering.....	2
1.2	Oppgavens oppbygging.....	3
2	Generell metodikk.....	4
2.1	Kildegrunnlag og litteratur.....	4
2.2	Problemstillinger og tilnæringsmetoder.....	5
2.2.1	Tarmskinndrakter og testmaterialet.....	6
2.2.2	Akselerert aldring av testmaterialet.....	7
2.2.3	Analytiske metoder.....	8
3	Tarmskinn som materiale.....	11
3.1	Historisk kontekst – bruk og miljø.....	11
3.2	Bearbeiding og teknologi.....	14
3.2.1	Bearbeiding.....	14
3.2.2	Produksjonen av draktene.....	16
3.3	Tarmskinn - kjemisk og strukturell oppbygning.....	17
3.3.1	Strukturell oppbygging – Submucosa.....	17
3.3.2	Tarmskinnet kjemiske oppbygging - Kollagen.....	20
3.4	Nedbrytning forårsaket av eksterne miljømessige faktorer.....	22
3.4.1	Varmenedbrytning.....	24
3.4.2	Lysnedbrytning.....	24
3.4.3	Vann.....	25
4	Tarmskinndrakter, testmaterialet og eksperimentelt oppsett.....	27
4.1	Utgangspunktet – Tarmskinndraktene til KHM.....	27
4.1.1	Kjente miljømessige påvirkninger draktene har vært utsatt for.....	28
4.1.2	Arktis utstilling – Kulturhistorisk Museum i Oslo.....	29
4.1.3	Kjølemagasinet i Fredriksgate 3.....	30
4.1.4	Prøvetaking av draktene.....	32
4.1.5	Testmaterialet.....	32
4.2	Eksperimentelt oppsett.....	33
4.2.1	Utførelse av varme - og lysalding.....	35
5	Analyser og resultat.....	39
5.1	Visuell analyse – makroskopisk nivå.....	39



5.1.1 Metode.....	40
5.1.2 Resultat og diskusjon.....	43
5.2 Fibervurdering - mikroskopisk nivå.....	50
5.2.1 Resultat og diskusjon.....	52
5.3 Hydrotermisk stabilitet - mikroskopisk nivå.....	56
5.3.1 Metode.....	57
5.4 Elektronmikroskop –SEM –analyse på fiber og fibrillnivå .....	62
5.4.1 Resultat og diskusjon.....	62
6 Generell diskusjon.....	65
6.1 Tarmskinnets oppbygging og struktur.....	65
6.2 Makroskopiske og mikroskopiske undersøkelser .....	66
6.2.1 Hydrotermisk stabilitet .....	66
6.2.2 Fibervurdering .....	67
6.2.3 Visuell vurdering på makroskopisk plan.....	68
6.2.4 Undersøkelser under elektronmikroskop SEM .....	68
6.2.5 Sammenhengen mellom ikke –inngripende undersøkelser foretatt på makroskopiske plan og inngripende undersøkelser utført på mikroskopisk plan	68
6.3 Akselerert aldring av et testmateriale.....	69
6.3.1 Lys, varme og kunstig aldring av tarmskinn .....	70
6.3.2 Relasjonen mellom kunstig aldring, virkeligheten, nedbrytningsrate og langsiktig bevaring.....	71
6.3.3 Vurdering av eksperimentelt oppsettet.....	74
7 Konklusjon .....	76
7.1.1 Anbefaling for videre oppbevaring av tarmskinndraktene til KHM ....	77
7.2 Forslag til videre forskning .....	78

## Bilder og tabeller

Figur 2. Tarmene er enten sydd sammen vertikale eller horisontale striper. Den vertikale form er utbredt på Grønland og den horisontale i Alaska, men unntak finnes. Tegningene er hentet fra Hatt (Hatt, 1914).....	13
Figur 1. Jaktutstyrte menn med hatter og tarmskinnsparke. Fra Aleutene. Bildet er hentet fra <a href="http://www.alaska.si.edu/media.asp?id=45&amp;objectid=265">http://www.alaska.si.edu/media.asp?id=45&amp;objectid=265</a> .....	13
Figur 3. Beredning av tarmskinn hentet fra Issenman (Issenman, 1997:75).....	16
Figur 4. Bildet over viser de ulike tarmlagene. Bildet er hentet fra Hildebrand (Hildebrand, 1995:216).....	17
Figur 5. Tverrsnitt av tarmens hovedlag; <i>lm</i> langsgående muskel, <i>cm</i> horisontal muskel, <i>s</i> submucosa, <i>m</i> mucosa. Piler med et hode viser submucosa, en tohodet pil viser den langsgående muskel (muscularis mucosae) som	

skiller mucosa fra submucosa. Bildet viser tynntarmen til rotte og er hentet fra Gabella 1987 (Gabella, 1987:492)	18
Figur 6. Fibrene er formet rundt tarmen som i en heliks. De er orientert i to motgående retninger.....	19
Figur 7. T.v. et fint fibernetttverk ses over hovednettverket. T.h fibrene flettes sammen i en vevd struktur.....	19
Figur 9. Kollagen trippleheliksen. Hentet fra (Woodhead-Galloway, 1980:25) .....	21
Figur 8.Organiseringen av kollagenets fibrøse oppbygging. En elementærfiber består av sammenbuntede fibriller, som igjen består av bunter med mikrofibriller. Bildet er hentet fra .....	21
Figur 10. DM1 (t.h) og DM2 (t.v).....	28
Figur 11. DM3 (t.h), DM5 (midten) og DM4 (t.v).....	28
Figur 12. Tarmskinndrakt (DU2) i Arktis utstilling, Kulturhistorisk Museum. Lys faller ned på draktens høyre skulder og høyre side av hetta.....	30
Figur 13. Tarmskinndrakt (DU1) i Arktis utstilling, Kulturhistorisk museum i Oslo .....	30
Figur 14. DM1 og DM2 fra Øst-Grønland i det store kjølemagasin i Fredriksgate 3 .....	31
Figur 15. DM3, DM4 og DM5 henger i et skap i det store kjølemagasin i Fredriksgate 3 .....	31
Figur 16. Tabellen viser oversikt over maksimum aldring og den tiden aldringen tilsvarer i Arktis utstilling, KHM .....	34
Figur 17.Øvre del av tynntarm ble anvendt som testmateriale. Bildet viser tarmskinnet etter bearbeiding og tørking .....	35
Figur 18.Testmaterialet ble delt inn i 26 ganske så like deler. Alle delene skulle gjennomgå ulik aldring. ....	35
Figur 19. Eksempel på oppdelt prøve fra A .....	35
Figur 20.Eksempel på prøve fra sett B.....	35
Figur 21. Lysaldringstommel med testmaterialet. Aluminiumsfole ble brukt for å undersøke en fargeforandring. ....	38
Figur 22. Lukket beholder med tarmskinnpøver, silicalgel og fuktighetsmåler. Klar for varmealdring .....	38
Figur 23. Tabell over kriterier til visuell analyse del 2 .....	41
Figur 24. Tabell over kriterier til visuell analyse del 3 .....	43
Figur 25. DU1, Vintertørket tarmskinn og spor etter bearbeiding .....	44
Figur 26. DM1, små hull trolig forårsaket av skadedyr. Drakten har et hvitaktig fargeskjær i overflaten. Bildet tatt med vanlig 18-350 mm linse.....	45
Figur 27. DM1, Hvitskjær i overflaten viste seg å være små hvite krystallutsalg/pulver når bildet ble forstørret i bildebehandlingsprogram. Disse var ikke synlig med det nakne øye. Det er usikkert hva dette skyldes, men det kan være rester fra pesticider påført drakten og/eller muggsopp, evt. saltutfellinger. Bilde tatt med makrolinse. ....	45
Figur 28. Samme som forrige.DM1 hvite utfellinger .....	46
Figur 29. DM4. Bilde tatt med vanlig linse 50-70mm. Bildet viser spor etter bearbeiding (små oransje flekker) og spor etter tørking (hvit stripe på midten av hver tarm).....	46
Figur 30. Samme drakt som over (DM4) tatt med makrolinse og forstørret. Muggsopp og hvite harde utfellinger vises tydelig. Kan observeres på over flaten med det blotte øyet, men den tydelige krystallutforming ble først synlig etter at bildet ble forstørret i bildebehandlingsprogram.....	46
Figur 31. DM2, Muggsopp og skitt/smuss på overfalten. ....	47
Figur 32. DM4, hvite krystallutfellinger tatt med makrolinse og forstørret.....	47
Figur 33. DM4, Samme som over, men her ses også muggsoppvekst .....	47
Figur 34. DM5, Rifter kan observeres på baksidens venstre arm.....	48
Figur 35. DM1, rifter og hull. Drakten er synlig smusset. ....	48
Figur 36. Oversikt over kriterier til fibervurdering .....	51
Figur 37. Tarmskinnets laginndeling, DU2. En luftboble skiller de to lag i tarmskinnet (40x forstørrelse. Bearbeidet i bilderedigeringsprogram).....	54
Figur 38. Tarmskinnet forblir flytende i møte med vann, DM4. Fibrenes fiberordning kan observeres (40x forstørrelse. Bearbeidet i bilderedigeringsprogram) .....	54
Figur 39. Tarmskinnets laginndeling, overflatestruktur, fiberlengde DM4, (100xforstørrelse. Bearbeidet i bilderedigeringsprogram ).....	54
Figur 40. Tydelige fragmenterte fibre, DU2, (100x forstørrelse. Bearbeidet i bilderedigeringsprogram) .....	54
Figur 41. DM5, Fiberlengde og fiberstruktur. (100x forstørrelse. Bearbeidet i bilderedigeringsprogram).....	55
Figur 42. A8. "Klissete" fibre. Fibrene klumper seg sammen til en stor bunt som gjør det vanskelig å skille enkeltfibre fra hverandre. (100x forstørrelse. Bearbeidet i bilderedigeringsprogram) .....	55
Figur 43. Fiberlengde AL5, Korte fibre, men fiberlengden er også avhengig av i hvilken retning fibrene skilles fra tarmskinnsstrukturen og hvordan prøven er kuttet.(100x forstørrelse. Bearbeidet i bilderedigeringsprogram) .....	55
Figur 44. AK1 100x forstørrelse. Dette er et godt eksempel på lange fibre. (100x forstørrelse. Bearbeidet i bilderedigeringsprogram).....	55
Figur 45. Grafisk fremstilling av krympingstemperaturintervallene målt av varmealdret testmateriale 40 °C.....	58
Figur 46. Grafisk fremstilling av krympingstemperaturintervallene målt av varmealdret testmateriale 60 °C.....	58

Figur 47. Grafisk fremstilling av krympingstemperaturintervallene målt av lysaldret testmateriale. ....	59
Figur 48. Grafisk fremstilling av krympingstemperaturintervallene målt av tarmskinndraktene til KHM. ....	59
Figur 49. Sammenligning mellom effekten av varmealdring (A8* og A17*) , lys og varmealdring (A8 og A17) og bare lysaldring (AL4). ....	70
Figur 50. Sammenligning av A og B prøver utsatt for nøyaktig samme aldring. ....	72
Figur 51. Diagrammet viser .....	73

## **Vedlegg**

Vedlegg 1: Bearbeiding av testmaterialet

Vedlegg 2: Resultater - Visuell analyse Del 1

Vedlegg 3: Resultater – Visuell analyse Del 2

Vedlegg 4: Resultater - Visuell analyse Del 3

Vedlegg 5: Resultater – Fiberanalyse

Vedlegg 6: Resultater - Hydrotermisk stabilitet

# 1 Innledning

Denne oppgaven tar for seg materialet tarmskinn og utgangspunktet er syv tarmskinndrakter som Kulturhistorisk museum (KHM) i Oslo eier. I en museums kontekst oppleves tarmskinn for å være sprøtt, ufleksibelt og skjørt. Denne oppfattelsen gjenspeiles også i litteraturen og skyldes blant annet at tarmskinnet har tørket ut, sammen med en ofte dårlig oppbevaring (Morrison, 1986:17). Dette gjør slike klesplagg og gjenstander sårbare ovenfor håndtering, magasinering, utstilling og konservering. Hensikten var å undersøke hvordan tarmskinn og drakter laget av tarmskinn påvirkes av å være i en museums kontekst. Tarmskinn utgjør langt fra den største og mest utbredte materialgruppe i museumssamlinger, men finnes ofte i større eller mindre grad i etnografiske samlinger som inneholder gjenstander og materialer fra arktiske strøk. Trolig av denne grunn har tarmskinn vært lite studert i forhold til andre liknede kollagenbaserte materialer som lær, skinn og pergament. Det finnes derfor lite litteratur som omhandler tarmskinn på generell basis og det finnes få eller ingen litteratur som beskriver tarmskinn som materiale, egnede undersøkelsesmetoder og hvordan materialet responderer på ulike nedbrytende agens.

Fra tidligere tider har det i Arktiske strøk vært vanlig å utnytte tarmskinn utvunnet fra sjøpattedyr, og materialet er et eksempel på menneskets tilpasning til en ekstrem natur og miljø. Tarmskinnet ble hovedsakelig brukt til å produsere vanntette parkaser, vinduer og oppbevaringsposer (Issenman, 1997:73, Hickman, 1987:9). Materialet egner seg som yttertøy og er lett og pustende (Reed, 2005:48, Hickman, 1987:8). Drakter av tarmskinn er unike i den forstand at de er et bevis på hvordan en kultur som levde av og med naturen benyttet seg av og utnyttet alle de begrensede ressurser denne kunne by på (Reed, 2008:48). Dette er en tankegang som vi i dag er ganske så fjernet fra. Det er få i dagens moderne samfunn som slakter sine egne dyr, bereder sine egne skinn og utnytter alt et slaktet dyr kan tilby. Med bakgrunn i denne tanken ser jeg det som viktig og ønskelig at gjenstandsmaterialet laget av tarmskinn og teknologien bak skal bevares for videre generasjoner. Derfor var det viktig for meg å velge en vinkling som kan bidra til mer kunnskap om materialet, og samtidig undersøke hvordan materialet oppfører seg og blir påvirket av være i en museums kontekst med tanke på en bevaring for fremtiden.

## **1.1 Bakgrunn og problemformulering**

Jeg ønsker i denne oppgaven å undersøke materialet tarmskinn og en liten gruppe tarmskinndrakter med det henblikk å oppnå større forståelse for materialet. I tillegg ønsker jeg å undersøke hvordan tarmskinnsmaterialet blir påvirket av være i en museumskontekst. Tarmskinnsmaterialet er lite utforsket og få relevante undersøkelsesmetoder er beskrevet. Litteraturen som tar for seg tarmskinn i en konserveringssammenheng fokuserer i hovedsak på behandling og utvikling av behandlingsmetoder tilpassende tarmskinn (Cruickshank og Gómez, 2009, Jackson og Andrew, 2009, Gottsmann, 2009, Dumka, 1991, Cruickshank, 1987, Morrison, 1986, Wills m.fl., 1987, Fenn, 1984, Schaffer, 1974). Derfor vil denne oppgaven bygges opp på bakgrunn av en tredelt problemstilling, med tilhørende underspørsmål. Problemstillingene lyder som følgende;

### **1. Tarmskinnets strukturelle oppbygging**

Hva er tarmskinn og hvordan er den strukturelle oppbyggingen til tarmskinn?

### **2. Makroskopiske og mikroskopiske undersøkelser**

Hvilke undersøkelsesmetoder er egnet i en tilstandsvurdering av tarmskinn?

Og er det mulig å si noe om tilstanden til tarmskinn på bakgrunn av en visuell undersøkelse på makroskopisk plan?

### **3. Nedbrytning og nedbrytningsrate**

Kan et kunstig aldret tarmskinn si oss noe om hvordan miljømessige faktorer som lys og varme påvirker tarmskinnet?

Kan et kunstig aldret tarmskinn relateres til en virkelig museumskontekst og kan den si oss noe om nedbrytningsraten til tarmskinn med tanke på langsiktig bevaring?

Problemstillingen er inndelt på den måten denne måten fordi det ene vanskelig kan utelukke det andre. Hensikten med disse problemstillingene er å undersøke hvordan tarmskinn er bygd opp og samtidig utprøve og vurdere relevante analytiske metoder. Hensikten er også å undersøke hvordan tarmskinn responderer på ulike miljømessige forhold, og hvorvidt det er mulig å relaterer et kunstig aldret tarmskinn til det virkelige liv. Målet med denne oppgaven var å lage et helhetlig prosjekt som tidvis tar for seg om bakgrunnen for og teknologien bak tarmskinndrakter og tarmskinn, og samtidig peker på noen av de utfordringene som man står

ovenfor når disse skal bevares i en museums kontekst. Siden det finnes lite litteratur på området og fordi oppgavens tidsmessige rammer er begrensede blir denne oppgaven bare starten på en undersøkelse av tarmskinnet og forhåpentligvis kan oppgaven bidra til å forbedre kunnskapen og også danne startgrop for videre forskning på denne material - og gjenstandsgruppe. Materialet tarmskinn er meget komplekst og enda ikke helt fullt ut forstått, men det håpes at denne oppgaven kan bidra til en bedre kunnskap på området.

## **1.2 Oppgavens oppbygging**

I det følgende kapittel vil den generelle metodikken og tilnæringsmetodene som er valgt for å finne ut av den over nevnte problemstilling presenteres. For å bedre forstå hvorfor slike drakter i dag er på museum og hvilke utfordringer miljøet kan føre til vil tarmskinn som materiale presenteres i kapittel 3. Her vil bakgrunn, kontekst og produksjonsteknologi redegjøres for, hvorpå en utgreiing om den strukturelle og kjemiske oppbyggingen til tarmskinn følger. Til slutt i kapittelet vil de hovednedbrytningsfaktorer som i denne sammenheng er relevante presenteres og diskuteres. Dette vil danne grunnlag og forståelse for de følgende eksperimenter, undersøkelser og resultater. I kapittel 4 vil gjenstandsmaterialet, KHM sine tarmskinndrakter og testmaterialet introduseres. I tillegg vil det eksperimentelle oppsettet forklares. De anvendte analysemetoder og resultater fra disse diskuteres og fremlegges i kapittel 5. I kapittel 6 følger en generell diskusjon av undersøkelsen som helhet, samt de metodene som her er anvendt, med fokus på en diskusjon av analysemetodenes egnethet, kunstig aldring og relasjonen til det ”virkelige liv”. Til slutt følger en konklusjon samt forslag til videre forskning.

## **2 Generell metodikk**

Formålet med dette kapittelet er å gjøre rede for de ulike tilnærmingsmetodene som her er anvendt for å besvare problemstillingen. Kapittelet vil ikke ta for seg de ulike analytiske metodenes fremgangsmåte, ei heller det eksperimentelle oppsettet i detalj, da dette vil presenteres for seg i kapittel 4 og 5. Her vil derimot den overordnede strategi som er anvendt for å svare problemstillingene gjennomgå på et generelt grunnlag. Dette gjelder kildegrunnlaget, samt bakgrunnen for valg av de metodene som er anvendt. I det følgende avsnitt vil derfor det generelle kildegrunnlaget, sammen med litteraturen dannet grunnlaget for valg av metoder. Deretter vil problemstillingene sammen med de relevante tilnærmingsmetoder redegjøres for. Materialet som ligger til grunn for oppgaven vil så introduseres. Følgelig vil metoden kunstig aldring presenteres etterfulgt av en presentasjon av de valgte analytiske undersøkelsesmetoder.

### **2.1 Kildegrunnlag og litteratur**

Draktene utgjør de primære kildene i denne oppgaven og for å finne informasjon vedrørende draktenes historie og opprinnelse var det nødvendig å oppsøke sekundære kilder som museumskataloger (Hovedkatalogen, Etnografisk samling, KHM) og skriftlige kilder som omtaler den etnografiske samlingen og utstillingshistorikk (Perminow m.fl., 2004, Nielsen, 1907, Gjessing og Johannessen, 1957). I tillegg var det nødvendig å oppsøke ansatte og andre personer som kunne ha kjennskap til draktene, og skaffe til veie klimaregistreringer og rapporter om klima og miljø. Ettersom det ikke er nedskrevet litteratur som omhandler produksjonen av disse draktene spesielt, ble generell litteratur og informasjon angående produksjon av tarmskinn gjennomgått (Hickman, 1987, Scarborough, 1984, Birket-Smith, 1924, ActicStudiesCenter). Denne litteratur dannet grunnlaget for bearbeidningen av testmaterialet. Litteratur dannet også grunnlaget for å opparbeide forståelse for tarmskinn som materiale, både kjemisk og strukturelt (Gabella, 1987, Komuro, 1988, Haines, 2006, Florian, 2007), samt for hvordan ulike nedbrytningsmekanismer påvirker tarmskinnet (Florian, 2006, Florian, 2007, Lewis, 1991). Hovedutfordringen i denne sammenheng var at det finnes sparsomt med litteratur som omhandler tarmskinn spesifikt. Derfor var det nødvendig å benytte litteratur som omhandlet lignende kollagenbaserte materialer, som vegetabilsk garvet lær, skinn og pergament. Denne litteraturen ble førende for valg av metoder. Mye av denne litteratur baserer seg på arbeider utført av René Larsen med flere gjennom prosjektene STEP,

ENVIRONMENT og IDAP (Larsen m.fl., 1994, Larsen, 1996, Larsen, 2002, Larsen m.fl., 2005) sammen med arbeid utført av Torunn Klokkernes (Klokkernes, 2007). Kilder, både de primære og sekundære la derfor grunnlaget for både forståelsen av materialet, bakgrunn for og bruk av dette, samt førende for valg av det eksperimentelle oppsett og analytiske metoder. Hovedlitteraturen for hvert tema vil kort gjennomgå i forkant av de kapitler der de ulike temaer behandles.

## **2.2 Problemstillinger og tilnærmingmetoder**

Ettersom tarmskinnets struktur og oppbygging ikke er beskrevet i konserveringssammenheng var det naturlig å undersøke dette. Siden en vurdering av relevante analysemetoder, sammen med en undersøkelse av tarmskinnets nedbrytning og nedbrytningsrate avhenger av en grundig forståelse for materialet, ble dette et naturlig utgangspunktet for den første delproblemstillingen, en undersøkelse av tarmskinnets oppbygging og struktur. Dette ble undersøkt ved hjelp av å undersøke relevant litteratur som nevnt over. Funnene i litteraturen ble bekreftet av erfaring ervervet gjennom bearbeiding av tarmskinn og fra resultater etter anvendte analysemetoder (beskrevet under). Delproblemstilling to gikk ut på å vurderer relevante undersøkelsesmetoder som kunne forventes å være anvendbare på tarmskinn, og samtidig se på sammenhengen mellom undersøkelser foretatt på makroskopisk og mikroskopisk plan. Denne delproblemstillingen ble undersøkt ved hjelp av utvalgte analytiske metoder (beskrevet under) og derfor anvendt både på tarmskinndraktene til KHM og testmaterialet. Hensikten var at resultatene fra undersøkelser foretatt av draktene og testmaterialet skulle komplimentere hverandre og styrke de observasjoner som ble gjort. En annen grunn til at det var hensiktsmessig å undersøke et testmateriale var på grunn av begrensinger i å ta prøver av draktene. Samtidig skulle det undersøkes om de observasjoner gjort på testmaterialet også kunne observeres på virkelige gjenstander, tarmskinndraktene. Delproblemstilling tre gikk ut på undersøke hvordan et testmateriale av tarmskinn responderer på eksterne miljøfaktorer som lys og varme, og i hvilken grad dette testmateriale kan relateres til virkeligheten. Hensikten var også å undersøke om tarmskinnets nedbrytning og nedbrytningsrate kunne relateres til en spesifikk museumskontekst. Dette skal undersøkes ved å kunstig aldre (forklares under) et testmateriale og regne på hvor lang tid denne aldringen tilsvarer i den utstillingen som en av draktene er oppbevart i. Det kunstige aldrede materialet skulle så analyseres og sammenlignes mot de reelle tarmskinndraktene. Under vil



gjenstandsgruppen sammen med testmaterialet presenteres, deretter vil metoden kunstig aldring forklares og begrunnes. Til slutt vil de analytiske metoder som her valgt å anvende gjennomgå og begrunnes. Rekkefølgen gjenspeiler den faktiske rekkefølgen slik den er presentert i oppgaven.

## **2.2.1 Tarmskinndrakter og testmaterialet**

Denne oppgaven tar utgangspunkt i og baserer seg på undersøkelser av syv tarmskinndrakter som kulturhistorisk museum (KHM) i Oslo eier, i tillegg baserer oppgaven seg på undersøkelse av et testmateriale. Både draktene og testmaterialet, sammen med bearbeidningen av dette er beskrevet i kapittel 4 og i vedlegg 1 og 2. Her skal det pekes på noen av de begrensninger og usikkerhetsmomenter som er knyttet opp til dette utgangspunktet.

Tarmskinn ble utvunnet fra alle de store sjøpattedyr som finnes i arktiske strøk. I litteraturen nevnes først og fremst sel og sjøløve, men også hval, hvalross og beluga nevnes (Holtved, 1967:135, Ray, 1959:13, Hickman, 1987:23, 28-29). I tillegg hevdes det tarmskinn fra bjørn også ble anvendt av noen grupper (Ray, 1959:13). Bearbeidingsmetodene som beskrives i litteraturen også meget varierte. Når et testmateriale skal relateres til reelle drakter er det en begrensning at det ikke vites spesifikt hvordan draktene er bearbeidet og hvilke arter tarmskinndraktene er laget av. I tillegg er antallet gjenstander relativt liten og gruppen er ikke nødvendigvis helt representativ for alle tarmskinndrakter. Testmaterialet kommer fra en ung grønlandssel (*Phoca groenlandica*). Grønlandsselen finnes bare i det nordlige Atlanterhavet (Kovacs og Lydersen, 2011) og finnes derfor ikke i alle de områder Arktis inkluderer.

Samtidig nevner litteraturen at den selen som ofte ble foretrukket fremfor andre var storkobbe og at sjøløvetarmskinn noen steder ble foretrukket fremfor seltarmskinn (Hickman, 1987:28). Selen som testmaterialet er hentet fra er av disse grunner trolig ikke helt representativ for alle draktene og for tarmskinns materialet som helhet. Allikevel er den fysiologiske oppbyggingen til pattedyr svært like, som også innebærer tarmsystemet (Madge, 1975:2). Ettersom tarmskinnet til fem av draktene til KHM var sommertørket og bare to var vintertørket ble det valgt å bare anvende sommertørket tarmskinn som testmateriale. Dette begrenset også antall variabler. Begrepet sommertørket refererer til en spesifikk bearbeidingsmetode og vil forklares nærmere i det følgende kapittel.

### 2.2.2 Akselerert aldring av testmaterialet

Akselerert (kunstig) aldring<sup>1</sup> påføres et materiale i den hensikt å reprodusere, på en kontrollert måte og over en kortsiktig periode, hvordan materialet under normale forhold oppfører seg (Lavédrine, 2010:140). Metoden er mye anvendt i forskning og studier av fotografier og papir, og har vist å gi fruktbar informasjon om nedbrytning, nedbrytningsrate og varigheten til disse materialgruppene (Reilly, 1996). Metoden er anerkjent som et verktøy innenfor konserveringsforskningen, der den blant annet er verdsatt av grunner som at testmaterialet kan utsettes for risikofull behandling. Samtidig gir en kunstig aldring rom for større mengder materialer som kan utsettes for testing, og innebærer frihet til inngripende og destruktiv prøvetaking (Reedy og Reedy, 1992:4). I tillegg har metoden vist å være nyttig innenfor å undersøke ulike materials nedbrytningsmønstre og forskning viser at kunstig aldrede materialer sammenlignet med naturlig aldrede materialer kan vise generelle nedbrytningsmønstre som kjennetegner materialet som undersøkes (Larsen, 1996:197). Metoden gir også rom for å undersøke hvilken virkning miljømessige faktorer, en alene eller flere til sammen, har på et spesifikt materiale. Selv om metoden er mye anvendt og samtidig som den gir rom for både testing og behandling er det en grunnleggende svakhet ved metoden. Som ordet ”kunstig” godt illustrerer er svakheten i hovedsak at en kan stille spørsmål ved gyldigheten til forskning basert på kunstig aldrede materialer uten at de relateres til en virkelighet (Reedy og Reedy, 1992:4). Reilly påpeker nettopp dette, at det er først når en kunstig aldringsprosedyre beviselig har blitt relatert til virkeligheten at den har verdi og at metoden ellers lett kan gi misledende informasjon om materialet som undersøkes (Reilly, 1996:77). Larsen påpeker at miljøet i det virkelige liv er meget komplekst med stadige varierende parametere, som inkluderer relativ fuktighet (RF), temperatur og stråling fra det elektromagnetiske spekteret, sammen med forurensende agens. Samtidig endrer miljøet seg fra tid til tid (Larsen m.fl., 1996d:193). Tross dette, er det her valgt å aldre et nytt bearbeidet tarmskinn med henholdsvis lys, varme og lys/varme. Det var ønskelig å finne ut hvilke av disse to faktorene som har en størst innvirkning på bevaringen av tarmskinn. Samtidig på grunn oppgavens tidsmessige rammer var det viktig å foreta et begrenset men representativt utvalg av antall variabler. Da alle museumsgjenstander er unike, og det i de fleste tilfeller er umulig å kartlegge hver eneste lille miljømessige påvirkning hver gjenstand har vært utsatt for, var det ikke nok å undersøke draktene alene. Derfor er hensikten i dette prosjektet at

---

<sup>1</sup> I det følgende vil begrepene kunstig og akselerert aldring anvendes om samme metode.

testmaterialet og draktene skal komplimentere hverandre, i den tanke om at gyldigheten til eksperimentet og undersøkelsene skal økes. For å kunne relatere den kunstige aldringen til en reelle museumskontekst, Arktis utstilling, ble varighetskalkuleringer (Isoperm) anvendt. Dette er et verktøy som tar utgangspunkt i at nedbrytningsraten til hygroskopiske materialer påvirkes av den relative fuktigheten og temperaturen der slike materialer oppbevares. Metoden kan derfor brukes til å kvantifisere effekten av disse faktorene og dermed forutsi materialets forventede levealder. Den er hovedsakelig anvendt på papirbaserte samlinger, men som Sebera påpeker kan metoden med noen modifikasjoner også kan anvendes på andre hygroskopiske materialer som tekstil og pergament (Sebera 1994:2). Ved hjelp av metoden ble det regnet ut hvor lang tid den kunstige aldringen tilsvarte i forhold til utstillingen. Hensikten var å undersøke om et slikt verktøy kunne anvendes til å forspeile tarmskinnets nedbrytningsrate. Lysaldringen vil relateres til utstillingen på bakgrunn av loven om gjensidighet (reciprocity law). Det vil si at den samme skaden vil skje om en gjenstand blir utsatt for mye lys over en kort periode eller lite over en lang periode. Det er derfor den totale lyseksposeringen som er av betydning (Thomson, 2003:21). På denne måten er hensikten å knytte testmaterialet til den utstilling noen av draktene har vært utsatt for. Videre gir dette rom for å vurdere bruk av akselerert aldring som metode og i hvilken grad et kunstig aldret tarmskinn kan knyttes til virkeligheten. Testmaterialet skulle også brukes til å undersøke om det finnes karakteristika for henholdsvis nedbrutt og unedbrutt tarmskinn i den hensikt å øke kunnskapen om tarmskinnmaterialer som befinner seg i en museumskontekst. Testmaterialet skulle samtidig danne grunnlag for en vurdering de utvalgte analysemetodenes anvendbarhet på tarmskinn.

### **2.2.3 Analytiske metoder**

Det finnes flere ulike metoder som kan brukes til å analysere tilstanden til kollagenbaserte materialer som lær, skinn og pergament. Disse metodene går ut på å undersøke de strukturelle, termokjemiske, termofysiske og kjemiske elementer ved kollagenmolekylet som er hovedkomponenten til disse materialgrupper (Larsen m.fl., 2005:200). Fordi det finnes lite litteratur som tar for seg analyse av tarmskinn var det viktig å velge ut noen få metoder som forventes å være svært brukbare på tarmskinn<sup>2</sup>. Samtidig var det nødvendig å begrense

---

<sup>2</sup> Tanja Dedenroth Jensen har beskrevet flere analytiske metoder anvendt på tarmskinn i sin upubliserte bacheloroppgave ved konservatorskolen i København.

analysemetodene på grunn av oppgavens omfang. En tilleggende begrunnelse for valg av analysemetoder var at noen av de også skal være mulige å anvende på reelle museumsgjenstander, i dette tilfelle de syv tarmskinnsdrakter. Ettersom prøvetaking er en begrenset mulighet på slike gjenstander var det viktig å vektlegge betydningen av å kunne vurdere tilstanden til tarmskinnet på bakgrunn av visuelle undersøkelser på det makroskopiske plan og ved hjelp av sansene. Der prøvetaking ikke er nødvendig. Samtidig var det viktig å velge analytiske metoder som i stor grad kunne komplimentere hverandre slik at størst mulig hensiktsmessig informasjon kunne hentes ut av både testmaterialet og fra museumsgjenstandene. Det ble derfor valgt å vurdere tarmskinnet ved hjelp av fire visuelle metoder på makroskopisk, mikroskopisk og mesoskopisk plan<sup>3</sup>.

Tarmskinndraktene og det kunstige aldrede testmaterialet ble analysert ved hjelp av visuell analyse på makroskopisk plan, fiberanalyse på mikroskopisk plan. Videre ble det foretatt en vurdering av både testmaterialets og draktenes hydrotermiske stabilitet. Til slutt ble noen få materialprøver fra testmaterialet undersøkt under elektronmikroskop (SEM). Disse metodene ble valgt fordi de kan gi informasjon om endringer i struktur, som følge av kjemiske endringer som oppstår i en nedbrytningsprosess forårsaket av miljømessige faktorer (Larsen m.fl., 2005). Det ble valgt å legge hovedvekt på mikroskopiske analyser av tarmskinnets struktur, fremfor de analysemetoder som undersøker den kjemiske komposisjon. Riktignok vil den hydrotermiske temperatur indikere forandringer på det kjemiske plan. Imidlertid, metoder som aminosyre analyse og spektroskopisk analyser ville mer direkte indikert hvilke kjemiske forandringer lys og varme fører til som følge av en oksiderende nedbrytning (Larsen m.fl., 2002:130, Stuart, 2007). På grunn av oppgavens tidsmessige begrensinger ble det valgt å se bort i fra disse.

Hensikten med de analytiske metodene var som nevnt over å undersøke metodenes anvendbarhet på tarmskinn, og samtidig undersøke om det finnes en sammenhengen mellom observasjoner på makroskopisk og mikroskopisk plan. Hensikten er å undersøke om det finnes karakteristika som er typiske for nedbrutt tarmskinn og som kan observeres på det makroskopiske plan, ved hjelp av ikke-destruktive analytiske metoder som kan anvendes av

---

<sup>3</sup> Begrepet mesoskopisk er hentet fra artikkelen "Damage assessment of parchment: complexity and relation at different structural levels" og henviser til en mikroskopisk analyse på fiber- og fibrillnivå ved hjelp av elektronmikroskop (Larsen m.fl., 2005).

konseratoren i det daglige arbeid. En slik sammenheng er observert på liknende materialer som pergament og skinnmaterialer (Larsen m.fl., 2005:200, Klokernes, 2007:32). Hensikten var også å undersøke hva lys og varme gjør med tarmskinnet og hvorvidt en faktor er mer nedbrytende enn en annen, samt å undersøke nedbrytningsraten til tarmskinn utsatt for lys og varme.

### 3 Tarmskinn som materiale

I dette kapittel skal tarmskinnets historie og bruk behandles. Ideologien og tanken bak tarmskinndrakten vil presenteres på et generelt grunnlag. Dette er hensiktsmessig for å forstå hvorfor slike drakter finnes på museum i dag, samt for å forstå viktigheten av å bevare denne gjenstands- og materialgruppen. De ulike bearbeidingsmetodene som er beskrevet i litteraturen vil redegjøres for. Videre, for å forstå hvordan miljøet påvirker tarmskinnet vil her den strukturelle oppbyggingen presenteres, etterfulgt av kollagenfibrets kjemiske og strukturelle sammensetning. Til slutt vil de viktigste nedbrytningsmekanismer som vanligvis finner sted, som følge av ytre miljømessige faktorer, i kollagenbaserte materialer belyses.

#### 3.1 Historisk kontekst – bruk og miljø

Det finnes en et lite utvalg litteratur som tar for seg både bruk og bakgrunn for drakter generelt. Mindre, om noe i det hele tatt, tar for seg tarmskinndrakter spesielt<sup>4</sup>. I følge Hatt var tarmskinn mest anvendt av befolkningen ved Beringstredet samt på Aleutene, i tillegg hos Kyst-Tchuktscherne (Hatt, 1914:16). Men vi vet også at tarmskinndrakter var vanlige på det østlige Grønland, noe på det vestlige Grønland, men lite i Thule (Rix, 1979:8). Ray skriver at tarmskinndrakten ble brukt av "all Eskimos except the Central Canadian tribes" (Ray, 1959:13). Derfor, tarmskinndraktens bruk og opprinnelse brer seg over store geografiske områder. Det samme gjør den arktiske kulturen, som spenner seg fra Grønland til Alaska, Canada og Sibir. Det skal derfor nevnes at tarmskinndrakten må knyttes opp mot en større draktkultur som varierer stort fra sted til sted og fra kultur til kultur. Disse draktforskjeller er beskrevet i blant annet Hatt (Hatt, 1914), i Oakes and Reiwe (Oakes og Riewe, 1996), i Fitzhugh og Crowell (Fitzhugh og Crowell, 1988) og i Issenman (Issenman, 1997). I nyere tid blir dette studert i forskningsprosjektet *Skinndragter fra Nord* (Schmidt, 2010:10-11). Det finnes derfor store variasjoner i både bruk, produksjon og utseende til tarmskinndrakten. Noe som spesielt gjelder draktenes form og dekorative elementer. Dette er belyst og beskrevet av blant annet Reed (Reed, 2008). På grunn av dette prosjektets begrensede tidsmessige rammer vil tarmskinndraktens form, bruk og historie bare presenteres på et generelt grunnlag.

---

<sup>4</sup> Tarmskinndrakten har mange navn og kalles både tarmkskindspels, parka, frock, kamleika, iggiaq, immar enin.

Klær og velutviklede teknikker for produksjon av klesplagg var en nødvendighet for å overleve de ekstreme naturforhold i arktiske strøk. Vind, snø og regn, samt temperaturer under frysepunktet store deler av året satte høye krav til det teknologiske aspektet til klesdrakten (King, 2005:12). En klesdrakt skulle beskytte mot disse ytre naturfaktorer samtidig som det var nødvendig at klærne var tilfredsstillende og behagelige å ha på seg. Det skulle, med enkle grep, være mulig å regulere temperatur og fuktighet for den som bar klesdrakten (Oakes og Riewe, 1996:18). Materialene og resurssene som var tilgjengelig var i tillegg begrenset. Klima i arktiske strøk la ikke til rette for jordbruk og få kulturer hadde tilgang til naturens ville vekster (Oakes og Riewe, 1996:18). Dyr fra land og sjø var derfor den viktigste kilden til både mat og råmateriale utnyttet til å lage gjenstander, klær og boliger for mange familiegrupper i arktiske områder (Oakes og Riewe, 1996:18). Det fantes få råmaterialer som kunne gi grunnlaget for de dagligdagse små ting, og av denne grunn var man i mange områder tvunget til å utnytte de få resurssene naturen hadde å by på. Derfor ble alt på dyret brukt. Det som ikke kunne spises ble brukt til alle slags gjenstander man hadde behov for i hverdagen. Tarmskinndrakten er et eksempel på en slik utnyttelse av naturen og trolig har denne formen for klesdrakt lange tradisjoner. En tarmskinnsarka, meget lik de historiske tarmskinnsarkaer vi kjenner i dag ble funnet på Skraeling Island i 1978. Den stammer trolig fra Thule kulturen, 1200 AD (Issenman, 1997:18). Dette betyr at tarmskinnsark har vært unyttet i lange tider. Tross dette er kunnskapen om produksjon og teknologi langt på vei forsvunnet, siden det i dag ikke lenger er nødvendig å bruke tarmer til klesproduksjon.

Tarmskinndraktene fylte, som nevnt flere ulike funksjoner, som i stor grad var avhengig av lokalitet og tradisjon. Ryder beretter fra reiser til Øst-Grønland at ”Tarmskindspelsen benyttes kun som Beskyttelse mod Fuktighet for den egentlige Pels, udenpaa hvilken den bæres. Den benyttes altsaa som en slags Regntøj, samt i kajak om vinteren under Helpelsen, for at denne, der alltid skal være blød og fuktig, ikke skal gjøre Anorakken vaad” (Ryder, 1895:141). Tarmskinndrakten ble derfor brukt i kajak som beskyttelse mot sjøsprut og regn i forbindelse med jakt (fig.1). Den ble brukt utenpå en annen skinnpels, eller innenfor den vanntette kajakpelsen, både på vann og på land (Paterek, 1994:387, 396, 419, 427, Rix, 1979:8). I følge Rita Pitka Blumenstein, kunne draktene også holde seg flytende i vann, noe som gjorde en bruk i kajak enda mer hensiktsmessig (Hickman, 1987:25). En tarmskinnsarka veide bare mellom 170-200 gram og var lett å ta med seg (Issenman, 1997:74). Tarmskinndrakten hadde noen steder også en spirituell, overordnet funksjon og ble i noen områder sett på som et

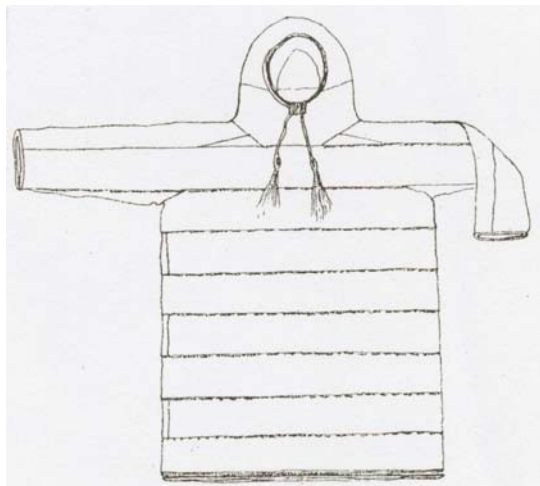
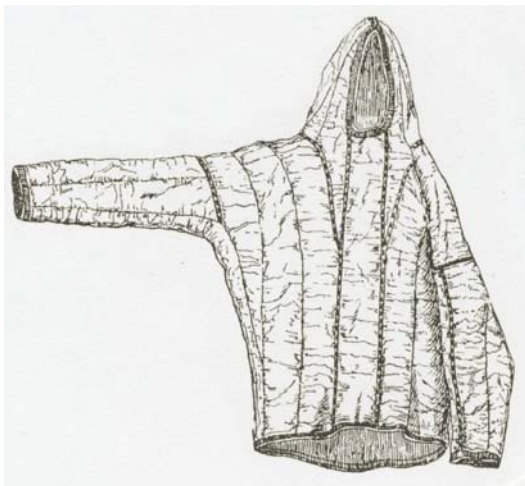
beskyttelsesplagg mot onde makter, samt anvendt i seremonier (Hickman, 1987:9, Ray, 1959:44). Tarmskinn ble ikke bare anvendt som utgangspunkt for klær, tarmskinn ble også blant annet brukt til vinduer, oppbevaringsposer og det brukt som utgangspunkt for leketøy til barn (Holtved, 1967:135, Oakes og Riewe, 1998:153, Issenman, 1997:82).

Tarmskinndraktens form og konstruksjon kan deles inn i to hovedformer. Der hvor tarmene er



Figur 1. Jaktutstyrte menn med hatter og tarmskinnsarka. Fra Aleutene. Bildet er hentet fra <http://www.alaska.si.edu/media.asp?id=45&objectid=265>. 17.12.2011

sydd sammen vertikalt og der tarmene er sydd sammen horisontalt. Generelt kan det sies at den horisontale varianten var vanlig i Alaska og den vertikale varianten var vanlig på Grønland (fig. 2) (Hatt, 1914:111). Men unntak finnes og parkaen kan også sys i en spiralform (Birket-Smith, 1953:77) Parkasen kan være kort som en anorakk eller noe lengre og rekke til under knehøyde.



Figur 2. Tarmene er enten sydd sammen vertikale eller horisontale striper. Den vertikale form er utbredt på Grønland og den horisontale i Alaska, men unntak finnes. Tegningene er hentet fra Hatt (Hatt, 1914).



## 3.2 Bearbeiding og teknologi

Det kanskje mest omfangsrike samlede verk som beskriver både bruk, bearbeiding og ideologien bak tarmskinn og drakter av tarmskinn er Pat Hickmans Innerskinn/Outerskinn. Litteraturen som beskriver hvordan tarmskinn ble bearbeidet er ellers lite omfattende. Metodene er beskrevet relativt lite detalj og som oftest i bare et par setninger. Det er heller ikke mye som alene tar for seg bearbeidingen av tarmskinn, den er alltid en del av en større kontekst, altså reiseskildringer, etnografiske studier, eller tekster som omhandler skinnbereding og drakter. De tidligste beretningene om fremstillingen av tarmskinn er gjerne fra ekspedisjoner til de nordlige strøk der tarmskinn vanligvis ble brukt, eksempelvis fra Grønland og Alaska.

Det har på grunn av oppgavens rammer ikke vært mulig å gå igjennom all den tidlige litteratur hvor bearbeiding av tarmskinn blir beskrevet. Allikevel av den litteratur som ble gjennomgått viste det seg at den nyttigste og meste lærerike informasjonen angående beredningen av tarmskinn å være de beskrivelser som baserer seg på informanter, gjerne barn eller barnebarn av generasjoner hvor tarmskinn var et vanlig materiale å bruke. I Innerskin/Outerskin forteller Rita Pitka Blumenstein inngående og i stor detalj hvordan tarmskinn ble bearbeidet (Hickman, 1987:23-27). Andre eksempler er et videointervju av Estelle Oozevaseuk fra St. Lawrence Island Yupik foretatt av Smithsonian Institution som også beskriver hvordan tarmskinnbearbeidingen foregikk (ActicStudiesCenter). Et utdrag fra et intervjuopptak mellom Natalia Smith og Nevra Rivers som intervjues av Patricia Bulitt fra Hooper Bay beskriver en ganske så detaljert bearbeidingsprosess (Scarborough, 1984:50-51).

### 3.2.1 Bearbeiding

”My grandma is to much for me!” bryter Estelle Oozevaseuk ut i det hun beskriver den møysommelige prosessen det var å lage, skylle og bearbeide tarmskinn<sup>5</sup>. Hun forteller hvordan tarmskinnet, etter at de indre og ytre lag var fjernet, ble skyllet og vridd opp, og skyllet igjen til vannet forble klart og uten spor av blod. Kommentaren viser til hvor viktig det var å gjøre denne beredningen på en skikkelig måte. Det fantes ingen snarveier og sluttresultatet hadde stor betydning. Som nevnt over finnes det flere beretninger om beredningsteknikkene som har blitt brukt til å fremstille tarmskinn. Stort sett, er dette korte

---

<sup>5</sup> Dette er hentet fra et filmet videointervju, det samme som nevnt i avsnittet over.

beretninger gjerne beskrevet med få setninger, eller små avsnitt. Wilder beskriver at den ytre delen av tarmen dras av, dette ved hjelp av tommelen (dette var lett for eskimokvinner). Deretter vrenses tarmen slik at innsiden vendes ut. Dette er vanskeligere å fjerne enn den ytre delen. Det ble derfor brukt et sløvt redskap for dette. Tarmene vaskes og skylles deretter. Den ene ende knytes slik at tarmen kan blåses opp, deretter knytes den andre ende og tarmen henges deretter til tork. Når tarmene var tørket ble det splittet opp og rullet tett sammen. Den øvre delen av tarmen var høyest verdsatt (Wilder, 1976:16). I følge Birket-Smith ble tarminnholdet trykket ut ved å trekke tarmen igjennom hånden, deretter vrenses den om så tarmens indre bløtdel vendes ut. Denne løsnes noe og rundt det løsnede stedet festes en løkke som trekkes ned langs hele tarmen. På denne måten kan tarmen enkelt renses for de bøte delene (Birket-Smith, 1924:104). Det er også beskrevet at tarmene etter bearbeiding vaskes i saltvann (Rix, 1979:12, Scarborough, 1984) eller dyppet i halv-fermentert olje (Issenman, 1997:82, Oakes og Riewe, 1998:140). Holtved beskriver i *Contributions to Polar Ethnography* at tarmskinnet ble fjernet fra det tilhørende spekk og at det innvendig lag ble fjernet ved hjelp av varmt vann (Holtved, 1967:135). Blumestein beskriver at det ferdig skrapede tarmskinn ble lagt i urin over natten, deretter ble tarmen lagt i en såpeløsning etterfulgt av en nøye rensing med vann (Hickman, 1987:26). Det berettes også om at tarmskinnet ble bløtlagt i vann og hengt opp over røyk laget med ved fra or. Dette skulle forhindre at tarmskinnet ble for mykt i møte med regn.

Det finnes to hovedteknikker for tørking av det bearbeidede tarmskinn hvilket har stor betydning for tarmskinnets utseende og visuelle uttrykk. Tarmskinnet ble alltid tørket ute i fri luft, imidlertid utgjør det en forskjell om tarmskinnet tørkes på vinteren, i mange kuldegrader eller på sommeren i noe høyere temperaturer. Av denne grunn brukes betegnelsene ”vintergut” og ”summergut”, altså vintertørket eller sommertørket. Temperaturen under tørkeprosessen gjør enten at tarmskinnet får et hvitt, opakt, pergamentaktig utseende eller et gullaktig, gjennomskinnelig utseende. Årsaken til denne ulikheten skyldes i følge litteraturen at den vintertørkede tarmen gjennomgår en frysetørkingsprosess som skyldes de ekstremt lave temperaturer i arktiske strøk om vinteren<sup>6</sup> (Issenman, 1997:82). Som dette avsnittet viser fantes det mange ulike måter å bearbeide tarmskinnet på som er tett knyttet til

---

<sup>6</sup> I arbeidet med dette prosjektet ble det forsøkt å fremstille et vintertørket tarmskinn ved å frysetørke en bit av det skrapede tarmskinn. Som et resultat av tørkeprosessen ble dette tarmskinnet mykt og fikk et hvitt, opakt utseende som i stor grad likner det vintertørkede tarmskinn som kan ses i museer i dag.

tradisjon og lokalitet. Bearbeidingsprosessen er derfor grunnleggende lik men med lokale varianter. Bilde fra bearbeidingsprosess vises under (fig.3).



Figur 3. Bereding av tarmskinn hentet fra Issenman (Issenman, 1997:75)

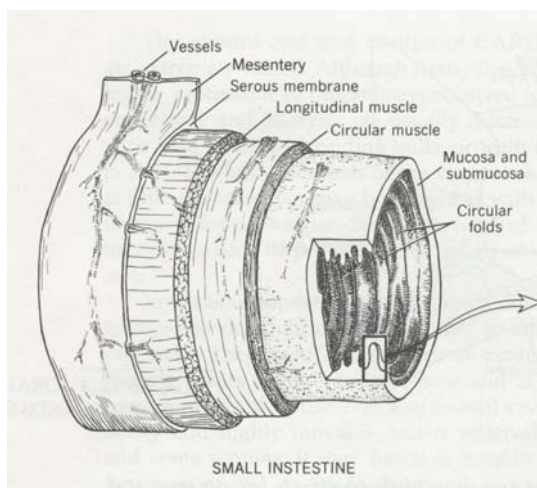
### 3.2.2 Produksjonen av draktene

Draktene ble sydd sammen av flere langsgående eller tversgående tarmer enten av en hel tarm eller oppdelt tarmskinn ved hjelp av sener, og spesielt utviklede syteknikker. Det var viktig å påse at sømmene ble laget på en slik måte at de ble vanntette (Hickman, 1987:8, Issenman, 1997:90-93). Draktene pyntes så med alt fra hår, fjær, dusker, pyntesømmer, applikasjoner og skinnbroderi utført med stor nøysomhet og profesjonalitet. Tarmene ble sydd slik at den opprinnelige utsiden av tarmen vendte ut. Dette korresponderer til tarmens opprinnelige funksjon. Innsiden av tarmen vender inn mot kroppen. Fra naturens side transporteres det næring, salter og væske gjennom tarmveggen. Blodkar trenger igjennom tarmveggen, men disse lukkes når dyret dør. Noe som gjør tarmen vanntett og motstandsdyktig mot nedbrytning (Issenman, 1997:73 -74). Tarmskinn er en halvgjennomtrengelig membran som tillater at damp fra kroppen trenger ut, men forhindrer at større vannmolekyler trenger inn (Oakes og Riewe, 1998:154). Altså et pustende materiale som kan sammenlignes med moderne goretex. Når tarmskinnet ble vått ble det mykt og klistret seg til kroppen, men gjorde ikke klærne under våte (Hickman, 1987:24).

### 3.3 Tarmskinn - kjemisk og strukturell oppbygning

Tarmskinn er et kollagenbasert materiale som i stor grad kan sammenlignes med lær og skinn. Allikevel skiller tarmskinn seg på vesentlige punkter fra materialer basert på skinn slik som Schaffer presiserer (Schaffer, 1974:72). Spesielt godt kommer dette til uttrykk det på det morfologiske plan, som i stor grad gjenspeiler organiseringen av fibrene i tarmskinnet. Kollagenfibre finnes i nesten alle deler av dyr og menneskers kropp og er stort sett likt oppbygget. Allikevel, noe skiller de ulike kollagenbaserte skinnmaterialer fra hverandre. Derfor vil den strukturelle oppbyggingen, altså utgangspunktet for fremstillingen av tarmskinn i det følgende utdypes. Den kjemiske oppbygningen og fibrenes struktur vil så redegjøres for.

#### 3.3.1 Strukturell oppbygging – Submucosa

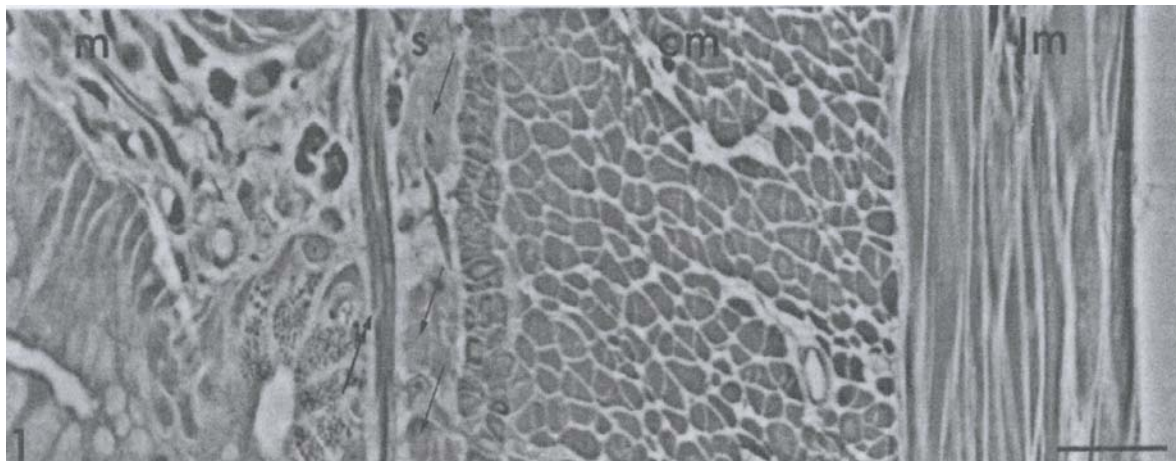


Figur 4. Bildet over viser de ulike tarmlagene. Bildet er hentet fra Hildebrand (Hildebrand, 1995:216)

Tarmer består av både den lange tynntarm og den ganske så korte tykktarm. Antakelig har begge deler blitt brukt til å produsere klær, vinduer og andre gjenstander. Tarmen består av tre hovedlag (fig.4). Et indre lag, mucosa, som består av epithelium, den indre overflate, etterfulgt av lamina propia og muscularis mucosae. Deretter følger submucosa<sup>7</sup>, tarmens mellomste hovedlag. Dette er et lag som består av et lett sammenbundet bindevev og inneholder både blant annet nerver, blodårer, lymfeårer. Det tredje og ytterste laget består av muscularis externa og er et mykt todelt muskelag der

det første lag er orientert vertikalt og det andre horisontalt rundt tarmveggen. Utenpå dette finnes membranen serosa som omfavner størstedelen av tarmtrakten (Hildebrand, 1995:215-216). Bildet under viser et tverrsnitt av tarmens laginndeling (fig.5).

<sup>7</sup> Kalles også telia eller tunica submucosa (Gabella, 2010:9)



Figur 5. Tverrsnitt av tarmens hovedlag; *lm* langsgående muskel, *cm* horisontal muskel, *s* submucosa, *m* mucosa. Piler med et hode viser submucosa, en tohodet pil viser den langsgående muskel (muscularis mucosae) som skiller mucosa fra submucosa. Bildet viser tynntarmen til rotte og er hentet fra Gabella 1987 (Gabella, 1987:492)

Når tarmskinn skal bearbeides er det de ytre muskellag, sammen med tarmens indre lag, mucosa som fjernes<sup>8</sup>. Det midterste lag, submucosa anvendes i fremstillingen av tarmskinn<sup>9</sup>. I løpet av arbeidet med dette prosjektet har det ikke vært mulig å fullt ut få bekreftet at submucosa faktisk er utgangspunktet for produksjon av tarmskinn. I litteraturen finnes det få beskrivelser av hvilke deler av tarmen som faktisk brukes til å produsere tarmskinn, mucosa eller submucosa. Morrison beskriver i noe detalj den strukturelle oppbyggingen til tarmskinn og støtter i stor grad opp om at submucosa er betegnelsen og utgangspunktet for produksjon av tarmskinn (Morrison, 1986:17). Det samme gjør Cruickshank (Cruickshank, 1987). Det er derfor her valgt, i beskrivelsen av den kjemiske og strukturelle oppbyggingen, å gå ut i fra at submucosa er det tarmlag som er utgangspunktet for produksjon av tarmskinn.

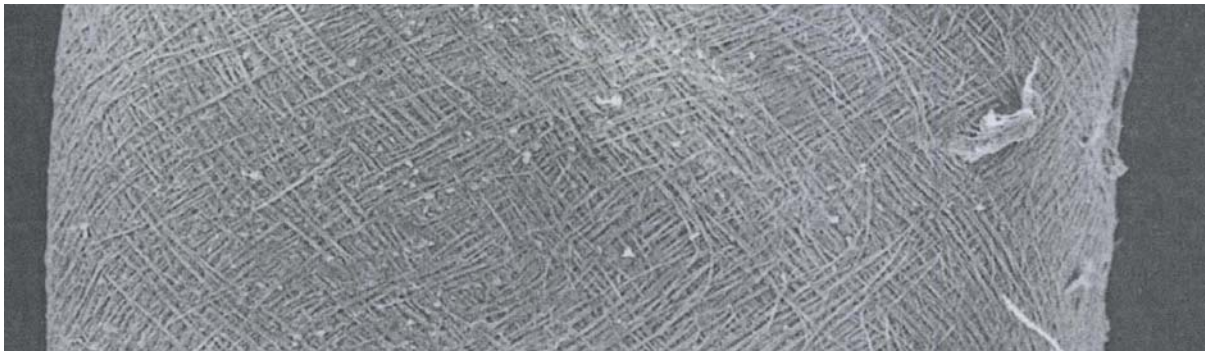
Det er, som nevnt lite tidligere forskning som tar for seg den kjemiske og strukturelle oppbyggingen til submucosa og dermed tarmskinn. Noe forskning er imidlertid utført på submucosa til små pattedyr som rotter, kanin og gris<sup>10</sup>. Submucosa fungerer som et slags skjelett i tarmveggen og er spesifikt oppbygd for å tåle den store mekaniske belastning den blir utsatt for i sin naturlige funksjon og må samtidig ha en stor grad av fleksibilitet (Gabella, 1987:491, Komuro, 1988:117-120). Trolig er dette den samme styrke som har blitt verdsett for å produsere gjenstander og som også har gjort den egnet til å lage klær og gjenstander. Submucosa består hovedsakelig av kollagenfibre (Gabella, 1987:492) og det er denne store

<sup>8</sup> Dette vil nærmere forklares senere i dette kapittel, samt i vedlegg 1.

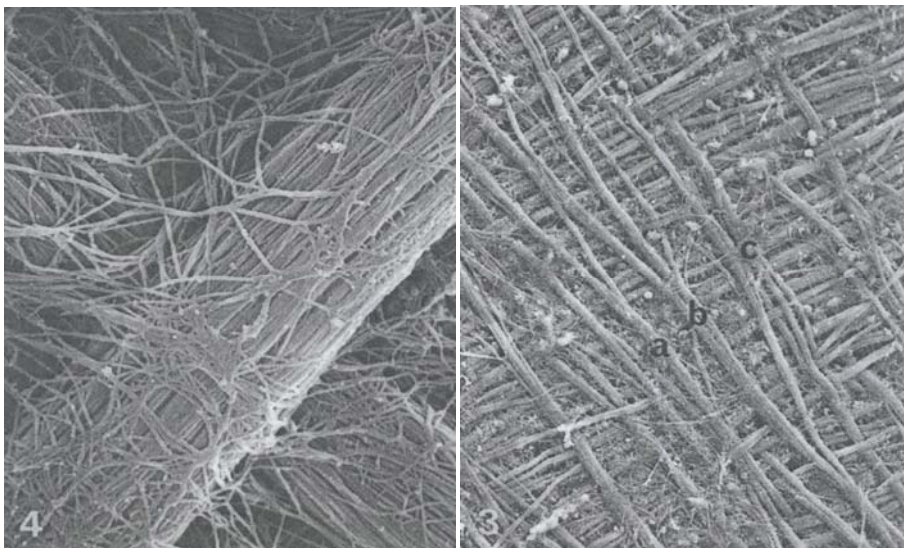
<sup>10</sup> Se Gabella, 1987 og 2010 (Gabella, 1987, Gabella, 2010) og Komuro, 1988 (Komuro, 1988).

konsentrasjon av kollagenfibrene som gir submucosa den nødvendige styrke (Gabella, 1987:496). Det finnes også lite litteratur som beskriver hvordan fibrene i submucosa er ordnet, men noe arbeid på dette er også utført av Gabella og Komuro. Submucosa en slags sylinder som er formet av kollagenfibre, som i en heliks (fig. 6) (Komuro, 1988).

Kollagenfibrene er vevet sammen og er stort sett orientert parallelt til hverandre i to ulike retninger, mot klokken og med. Over dette hovedkollagenfibernetverket er det et lite fint nettverk bestående hovedsakelig av enkle fibriller eller tynne bunter av fibriller som går i tilfeldige retninger. Disse binder sammen de kryssede fibrene som er lokalisert i ulike plan (fig. 7) (Komuro, 1988:120). Mikroskopiske undersøkelser gjort av submucosa viser at fibrene er ordnet diagonalt på kryss og tvers i et slags vevd grindmønster (fig. 7) (Gabella, 1987:496).



Figur 6. Fibrene er formet rundt tarmen som i en heliks. De er orientert i to motgående retninger



Figur 7. T.v. et fint fibernetverk ses over hovednetverket. T.h fibrene flettes sammen i en vevd struktur.

Som illustrasjonene over viser, er fibrene i submucosa noe mer strengt ordet sett i til kollagenfibrene i huden (Gabella, 1987:117, Komuro, 1988, Orberg m.fl., 1982:188-192).

Fibrene har også andre karakteristiske særtrekk. De varierer i størrelse, de utveksler fibriller



med hverandre (Gabella, 1987:496). Det ble også observert under mikroskopiske undersøkelser at fibrene er svært små og samtidig ganske så lange. Kollagenfibre er egentlig ufleksible av natur men på grunn av fibrenes kryssede diagonale organisering i submucosa beveger kan fibrene følge tarmens naturlige bevegelser (Gabella, 1987:497, Komuro, 1988:117) <sup>11</sup>. Det skal bemerkes at beskrivelsen ovenfor alene baserer seg på undersøkelser som ikke er foretatt på submucosa fra sjøpattedyr. Om submucosa også er ordnet slik som beskrevet ovenfor i tarmer hos sjøpattedyr som sel og sjøløve er ikke på dette tidspunkt helt avklart. Mer forskning bør utføres på området før det med sikkerhet kan hevdes at slik informasjon er direkte overførbar fra det ene pattedyr til det andre.

### **3.3.2 Tarmskinnet kjemiske oppbygging - Kollagen**

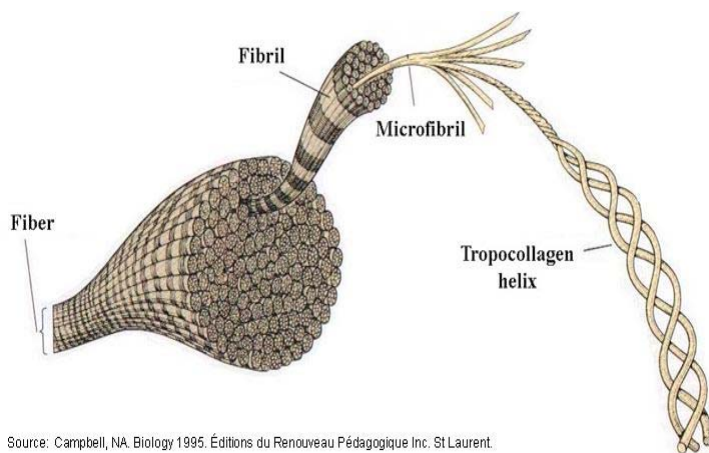
Tarmskinn er bygget opp av det fibrøse proteinet kollagen, i likhet med de fleste indre og ytre vev som finnes hos pattedyr (Florian, 2007:79) <sup>12</sup>. Kollagenet er strengt hierarkisk ordnet noe er svært karakteristisk for kollagen og ordningen gjenspeiles på alle nivåer av den strukturelle oppbyggingen (Kennedy og Wess, 2003:63). Kollagenfibre som kan observeres med det blotte øyet er fiberbunter bestående av tettpakkede såkalte elementærfibre som kan observeres i lysmikroskop og har en diameter på ca 10µm. Elementærfibre består av sammenbuntede fibriller med en diameter på 5-100 nm. Disse dannes igjen av tettpakkede mikrofibriller (fig.3) (Larsen og Rahme, 1999:18). Hver og en av disse mikrofibriller består av kollagenmolekyler som er buntet sammen. Selve kollagenmolekylet består av tre polypeptidkjeder. Hver enkelt polypeptidkjede består av små enheter, aminosyrer, som til sammen utgjør ca 1000 enheter. Aminosyrene inneholder en aminogruppe (-NH<sub>2</sub>), en karboksylsyregruppe (-COOH), et hydrogenatom (-H) og en sidekjede (-R). Disse er plassert rundt et sentralt karbonatom (Larsen og Rahme, 1999:13). Aminosyrene er bundet sammen med peptidbindinger som dannes mellom karboksylgruppen og aminogruppen til aminosyren ved siden. Slik bindes peptidkjedene sammen og danner ryggraden i kollagenmolekylet. Hver av disse peptidkjeden består av omkring 20 forskjellige aminosyrer (Haines, 2006:5, Florian, 2007:80). Kollagen kjennetegnes av tilstedeværelse av aminosyrene prolin, hydroksyprolin og

---

<sup>11</sup> Vel og merke er denne undersøkelsen foretatt av tynntarmen til rotter.

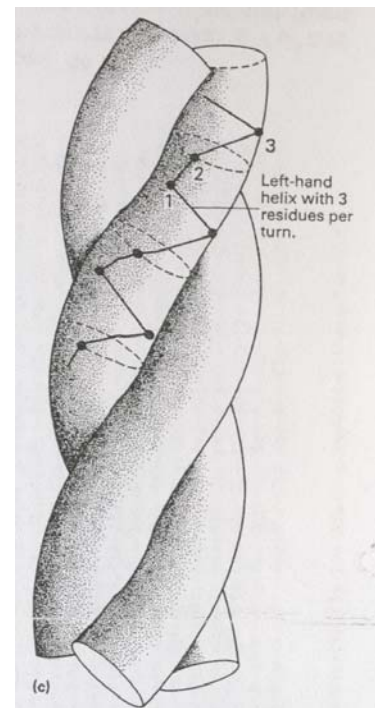
<sup>12</sup> Den kjemiske oppbyggingen til kollagen er vidt beskrevet, og for en detaljert beskrivelse henvises leseren til annen litteratur som Florian 2007, Woodhead-Galloway 1980 og Haines 2006. En kort beskrivelse av hvordan kollagenet er bygget opp vil derfor bare tas med her fordi det anses som relevant for å bedre forstå materialet tarmskinn og de nedbrytningsmekanismene som kan påvirke materialet i en museums kontekst.

glysin, med størst innhold av glysin som utgjør rundt 30 %, og utgjør hver tredje aminosyre i kjeden. (Haines, 2006:5). Aminosyren hydroksyprolin, som sjelden er tilstede i andre proteiner er karakteristisk for kollagen (Haines, 2006:5). Hver og en av disse peptidkjedene dreier seg i en venstrevridd spiral som hovedsakelig skyldes ringstrukturen til prolin og hydroksyprolin. Tre slike venstredreide peptidkjeder snor seg sammen og danner en høyrevridd spiral, en trippelheliks, altså kollagenmolekylet (fig.9) (Haines, 2006:5, Kennedy og Wess, 2003:65).



Figur 8. Organiseringen av kollagenets fibrøse oppbygging. En elementærfiber består av sammenbuntede fibriller, som igjen består av bunter med mikrofibriller. Bildet er hentet fra

<http://archimede.bibl.ulaval.ca/archimede/fichiers/23201/ch01.html>



Figur 9. Kollagen trippelheliksen. Hentet fra (Woodhead-Galloway, 1980:25)

Denne formen gir kollagenmolekylet både styrke og stabilitet. Trippelheliksen holdes hovedsakelig sammen ved hjelp av hydrogenbindinger mellom peptidkjeden, samt med kovalente kryssbindinger mellom kollagenmolekylene (Kennedy og Wess, 2003:66). Hydrogenbindingene formes mellom de naboliggende -NH og -CH grupper, og for at disse skal være sterke må de tre kjedene pakkes tett sammen (Florian, 2007:84). Til større avstand det er mellom de grupper som former hydrogenbindinger, til svakere blir bindingen (Haines, 2006:6).



Liksom det finnes lite litteratur som omhandler den strukturelle oppbyggingen til tarmskinn er heller ikke kjemiske oppbyggingen av tarmskinn beskrevet i særlig stor grad. En av årsakene til dette kan være at kollagenmolekylet på generell basis har vært gjenstand for mye forskning og er ganske vidt beskrevet. I konserveringssammenheng gjelder dette spesielt hudens kjemiske oppbygging som er grunnlaget for produksjon av lær, skinn og pergament. Dette utgjør tross alt et stort gjenstandsmangfold i museer og arkiver, og det er derfor ikke særlig rart at fokus har blitt lagt på slike typer kollagenbaserte materialtyper fremfor materialer som tarmskinn og andre indre organer. En annen bakenforliggende årsak kan være at det hevdes at kollagenet i ulike vev hos forskjellige dyrearter stort sett har den samme kjemiske oppbygging, selv om de kan inneha fysiske og strukturelle variasjoner (Florian, 2007:79). I tillegg hevdes det at det generelt er lite variasjon mellom kollagenfibrene hos ulike arter av pattedyr (Woodhead-Galloway, 1980:12). Dette gjør at kunnskap i stor grad kan overføres fra en spesifikk kollagenbasert materialgruppe til en annen, slik som også er svært vanlig når det gjelder tarmskinn. Til tross for dette, er naturen sjelden så ukomplisert anlagt. Ettersom kollagenet trenger å fylle ulike funksjoner, avhengig av hvor det befinner seg på et dyr, og det er for eksempel forskjell mellom kollagenet som finnes i sene, hud, brusk og bein (Florian, 2007:79). Som vist over skiller tarmskinns fiberorganiseringen fra andre kollagenbaserte produkter laget av hud. Ulike vev inneholder en eller flere ulike typer av kollagenmolekylet<sup>13</sup> (Woodhead-Galloway, 1980:29). De ulike kollagentypene har forskjellige strukturer og funksjoner (Florian, 2007:79). Tarmskinnet, altså submucosa, består trolig av både type I og III kollagen (Komuro, 1988:117). Kollagentypene er uttrykk for variasjoner i primærstrukturen til kollagenmolekylet, trippelheliksen. Type I kollagenheliksen består av to  $\alpha$ -1(I) og en  $\alpha$ -2(I) peptidkjede (Larsen og Rahme, 1999:19) og kjedene i type III heliksen består utelukkende av en peptidkjede,  $\alpha$ -(III) kjeden, en såkalt homopolymer (Kennedy og Wess, 2003:67).

### **3.4 Nedbrytning forårsaket av eksterne miljømessige faktorer**

Litteraturen som tar for seg nedbrytning av tarmskinn i en museal kontekst er minimal. For å beskrive noen av de vanligste nedbrytningsprosesser som vanligvis opptrer i en museumskontekst må man gå tilbake til kollagenet og generell nedbryting av kollagenbaserte materialer. Det er naturlig å anta at de samme nedbrytningsprosesser finner sted i gjenstander

---

<sup>13</sup> I følge Kennedy og Wess finnes det over 20 ulike typer av kollagenmolekylet, hvorpå type I, II, III, V og X har egen evne til å danne fibriller (Kennedy og Wess, 2003:63).

laget av tarmskinn, selv om følgene, de fysiske forandringer, av nedbrytningen ikke nødvendigvis alltid er sammenlignbare. Hoveman påpeker at tarmskinn kanskje i altfor stor grad har blitt plassert i samme kategori som skinn og lær. Som resultat har lærkjemi og -teknologi blitt anvendt som utgangspunkt for bevaringen (Sitert i Hickman, 1987:31). Det er allikevel nødvendig å ta utgangspunkt i kunnskap ervervet gjennom studier av lær og skinn fordi det ikke finnes større kunnskap om tarmskinn og dets nedbrytningsmønstre. Som nevnt over er tarmskinn også oppbygd av kollagen, samtidig som at forskjellen mellom kollagen fra ulike vev og ulike dyr hevedes å være liten. Ettersom en av hensiktene ved dette prosjektet var å finne ut hvordan tarmskinn nedbrytes og hvordan dette kan analyseres vil det i det følgende redegjøres for de viktigste mekanismer som forårsaker nedbrytning av tarmskinn. Dette vil baseres på generell nedbrytning av kollagen og kollagen baserte materialer.

Som forklart over består kollagenmolekylet av flere strukturelle plan og en nedbrytning finner sted på alle de ulike strukturelle planene kollagenet er bygget opp av (Florian, 1984:61).

Nedbrytning av kollagen i en museumssammenheng er ofte enten av biologisk, mikrobiologisk, kjemisk eller fysisk karakter. Det er imidlertid sjelden at en av disse opptrer alene, og den ene nedbrytningsformen gir ofte rom for, og leder til en annen (Larsen og Rahme, 1999:69). Derfor kan nedbrytningsprosessene som finner sted i museet være meget kompliserte. Allikevel, der nedbrytning forårsaket av mikrobiologiske og biologiske organismer til en viss grad kan kontrolleres ved jevnlig inspeksjon, samt der fysiske skader store sett skjer i forbindelse med en eller annen form for håndtering, skjer en nedbrytning på det kjemiske plan ofte snikende og kan derfor være vanskelig å oppdage. Den kjemiske nedbrytning er forårsaket av to konkurrerende og interaktive mekanismer, hydrolytisk og oksidativ nedbrytning (Larsen og Rahme, 1999:69). Det er først og fremst miljømessige faktorer som er skyld i denne form for nedbrytning, og den hydrolytiske nedbrytning skjer hovedsakelig på grunn av forurensede agens som svoveldioksid og nitrogendioksider. Den oksiderende nedbrytning skyldes oksygen, varme, lys og spesielt reaktive agens som ozon (Larsen og Rahme, 1999:69, Florian, 2006:37).

En nedbrytning av kollagenet handler om at bindinger i kollagenmolekylet brytes ettersom kollagenmolekylets komplekse struktur hovedsakelig bindes sammen av kovalente bindinger og hydrogenbindinger. Når kollagenmolekylet brytes ned brytes bindingene mellom de ulike aminosyrene, mellom polypeptidene i trippelheliksen og mellom bindinger innad i aminosyrene. Nedbrytning kan skje på alle de ulike nivåer som kollagenmolekylet er bygget

opp av (Florian, 2007:95). Bindingen som binder kollagenet sammen har ulik energi og det kreves tilsvarende stor eller større energi til for å bryte disse (Florian, 2006:43). En hydrolyse av peptidkjedene i kollagenet fører til at peptidets C-N bindinger brytes som gjør at det dannes mindre polymerer eller at det frigis frie aminosyrer (Florian, 2006:43). En oksidering involverer tap av elektroner og fører til en økning i positiv valens hos den kjemiske forbindelse (Florian, 2006:38). En oksideringsprosess kan føre til flere typer skader som endrede forbindelser og dannelse av frie radikaler. Frie radikaler er meget reaktive og kan forårsake sprøhet og misfarging av kollagenbaserte materialer. Flere oksiderende reaksjoner er eksoterme og gir dermed fra seg energi og varme (Florian, 2007:57). Oksidering kan forårsake depolymisering av peptidkjedene og kan dermed senke materialets krympingstemperatur (Florian, 2007:104). En oksidativ nedbrytning kan måles ved aminosyreanalyse fordi aminosyren i kollagenet endres. En hydrolyse forandrer ikke selve aminosyren, men frigir dem fra proteinet. Disse kan derfor måles som frie aminosyrer. Det er allikevel viktig å være oppmerksom på at det finnes frie aminosyrer som ikke skyldes en hydrolytisk nedbrytning, det er alltid tilstede noen frie aminosyrer (Florian, 2007:98).

### **3.4.1 Varmenedbrytning**

Varme er en av de eksterne faktorer som setter i gang oksidering og akselererer en hydrolytisk reaksjon. Varmer trenger i gjennom hele overflaten og er samtidig aktiv under mørke forhold. I følge Larsen med flere kan stabile radikaler dannes i ugarvet kollagen ved 50 °C på under ett minutt. Sammenlignes vegetabilsk garvet lær mot ugarvet kollagen, er det vist at vegetabilsk garvet lær oksideres raskere enn ugarvet. Kjemiske nedbrytningsprosesser reduseres i kalde omgivelser enn i varme (Larsen m.fl., 1996d:194). Nedbrytning som følge av varme kan føre til separering av de tre polymerer i trippelheliksen, som igjen kan føre til en denaturering av kollagenet. Varmer fører til at lær blir hardt og sprøtt som følge av at mengden bundet vann blir mindre (Florian, 2007:61-62).

### **3.4.2 Lysnedbrytning**

Det er velkjent at lys er en nedbrytende faktor for de fleste organiske materialer. Lys kan generere frie oksiderende radikaler, som et resultat av eksponering fra elektromagnetiske stråler fra det synlige stråling av fra det synlige delen av det elektromagnetiske spekteret

(Thomson og Lochmuller, 1994:132). Dette gjelder hovedsakelig stråling med bølgelengde på 380- 800 nm og UV 190- 380 nm. (Larsen m.fl., 1996d:195). Oksygen er en av de viktigste nedbrytende agens og sammen med lys en utgjøre oksygen en enda større fare. Skade som oppstår på bakgrunn av eksponering til oksygen kalles oksidasjon. Når det snakkes om nedbrytning forårsaket på grunn av lys er i de fleste sammenhenger umulig å utelukke tilstedeværelsen av oksygen. Fotooksidering oppstår når et foton absorberes av et materiale og energien overføres til et oksygenmolekyl, som danner en fri radikal som igjen reagerer med vann og former et peroksid, et meget energirik radikal. Fotooksidasjon fører til tap av mekanisk styrke, sprøhet, oppsprekking, forandringer i løselighet, lavere pH og fargeforandringer. Dette er forårsaket av at kjeder splittes og forandringer i forholdet mellom amorphous og krystallinske områder. Dette kan forårsake krysslinking, tetthetsforandring, dannelsen av nye funksjonell grupper og sure biprodukter (Florian, 2007:58). Generelt kan føre til at det dannes krysslinker føre til tap av elastisitet i skinn, bindingsforandringer i kollagenstrukturen og misfarging (Lewis, 1991:60). Hvor mye av disse omveltninger som skjer, eller hvor stor nedbrytningen er kommer an på intensiteten og energien til lyskilden, temperatur, fuktighet og luftbåren forurensing (Lewis, 1991:61).

### **3.4.3 Vann**

Variasjoner i fuktighet i lær og skinn kan forårsake mekanisk skade forårsaket at materialet tar opp og gir fra seg fuktighet (Larsen m.fl., 1996d:195). Proteiner inneholder molekulært bundet vann som er bundet til molekylet ved hjelp av sterke kovalente bindinger. Om vannet fjernes resulterer det i tap av molekulær integritet og krysslinking i molekylet (Florian, 2007:70). For å fjerne dette vannet må materialet utsettes for en tørkeprosess, for eksempel i ovn, med en varme som er lik energien som skal til for at bindingen brytes (Florian, 2007:71). Tap av molekulært bundet vann i lær kan føre til tap av strekksstyrke og forårsake mindre fleksibilitet i fibre som kan være irreversibelt (Florian, 2007:84). Kollagen kan binde vann fra lufta gjennom elektrostatiske krefter og gjennom dannelse av hydrogenbindinger. Mengden vann som kan holdes avhenger av de steder vannet bindes i molekylet, samt den absolutte fuktighet (AF) i lufta. Overflødig vann forsterker nedbrytningen. For mye vann kan forstyrre den fysiske integriteten til makropolymerer ved å separere peptid eller polymerkjeder og forårsake svelling (Florian, 2007:98). En økt fuktighet inne i materialet, øker sårbarheten for sopp og biologisk nedbrytning. Sopp for eksempel kan ikke bruke

vanndamp fra luften, men benytter seg av det kondenserte vannet. Derfor kan man ikke alltid stole på RF i lufta for å vurdere risiko for biologisk aktivitet. Det kan dannes små mikromiljø som hvor et materiale kan ha høyere likevektsfuktighet som forårsake soppvekst (Florian, 2007:73). I følge Richer og Jørgensen angripes normalt ikke lærgjenstander av sopp og bakterieangrep, med mindre de oppbevares i meget fuktige klima eller hvis læret er vanntrukket. Imidlertid om vanninnholdet er høyt vil kan dette dannes. Spesielt om luftfuktigheten er over 60-70 % da kan lærets vanninnhold vil øke og det kan dannes sopp på overflaten. Det er sjelden at soppen bryter ned selve kollagenfibrene, fordi de ikke kan danne enzymer og dermed bryte ned fibrøse proteiner men kan lage flekker (Richter og Jørgensen, 1995:71).

## **4 Tarmskinndrakter, testmaterialet og eksperimentelt oppsett**

Her vil materialet som ligger til grunn for oppgaven presenteres. I det foregående kapittel ble tarmskinnet oppbygging, bearbeidingsmetoder og materialets nedbrytning diskutert. I dette kapittel skal det gås nærmere inn på det spesifikke materialet som ligger til grunn for dette prosjektet. De syv tarmskinndrakter og testmaterialet. Først vil tarmskinndraktene kort presenteres. Det har i denne delen blitt vektlagt å legge fokus på å finne ut av hvilke oppbevaringsforhold, og dertil klima, draktene har vært utsatt for i utstilling og i magasin. Draktenes opphav og opprinnelse vil også presenteres, i den grad det har vært mulig å finne ut av dette. Deretter vil testmaterialet presenteres og metoden som ble brukt for bearbeiding vil kort beskrives. Det eksperimentelle oppsettet vil så diskuteres og beskrives.

### **4.1 Utgangspunktet – Tarmskinndraktene til KHM**

Spesifikk informasjon, museumsnummer og dokumentasjon vedrørende hver enkelt drakt finnes i vedlegg (vedlegg 2). I det følgende vil draktene som i dag blir oppbevart i magasin betegnes som Drakt i Magasin 1 - 5 (DM1-5). Draktene i utstilling vil betegnes Drakt i Utstilling (DU1 og 2). De syv tarmskinndraktene som er utgangspunktet for dette prosjektet kommer opprinnelig fra Alaska og Øst-Grønland. De tre draktene, DM1, DM2 og DU1 har sin opprinnelse fra Øst-Grønland og stammer alle fra Angmagsalik. DM1 og DM2 ankom museet som en del av en større gjenstandsgruppe i 1883 (fig.10). DU1 (fig.13) ble en del av museets samling i 1922-23 og har også opprinnelse fra Angmagsalik<sup>14</sup> (Gjessing og Johannessen, 1957:121). Disse tre drakter kan trolig antas å være produsert på midten av 1800-tallet (se beskrivelser i vedlegg 2). DM3 og DM4 stammer fra Alaska, nærmere bestemt fra Aleutene (fig.11)(Hovedkatalogen). Der DM3 er oppført å ha kommet til museet i 1891, vites det ikke i hvilken tid DM4 ble en del av museets samling. DM5 er i hovedkatalogen betegnet som å komme fra Alaska og det er verken opplyst årstall eller spesifikk opprinnelseslokalitet. Den siste drakten, DU2 (fig.12) ble gitt til etnografisk samling i gave fra Museet i København i 1856. Drakten hadde tidligere vært en del av samlingen til etnografisk museum i København og hørte til de ”dubletter” som hadde blitt skilt ut av konferentsråd Chr. Thomsen og overlatt til det ”vordende museum” (Gjessing og

---

<sup>14</sup> DU1 skal i følge Krekling og Johannessen stamme fra tiden før fremmed påvirkning hadde gjort seg gjeldene i Angmagsalik (Gjessing og Johannessen, 1957:121). Hvilket betyr at drakten trolig ble laget før Gustav Fredriks Holms ekspedisjon til Angmagsalik i 1883-85.

Johannessen, 1957:120). I følge Gjessing og Johannessen ble drakten vist frem på museets åpningsdag i 1867 (Gjessing og Johannessen, 1957:119).



Figur 10. DM1 (t.h) og DM2 (t.v)



Figur 11. DM3 (t.h), DM5 (midten) og DM4 (t.v)

#### 4.1.1 Kjente miljømessige påvirkninger draktene har vært utsatt for

Draktene til KHM er i dag utsatt for to svært ulike miljøer. Utstilling og kjølig magasin. Dette prosjektets utgangspunkt var å undersøke hvordan tarmskinnet blir påvirket av å være i en museums kontekst. Det er i utgangspunktet vanskelig, nærmest umulig, å kartlegge alle de påvirkninger draktene har vært utsatt for fra de ble laget til i dag. Etter mer enn 100 år i museets eie er det vanskelig å kartlegge hver eneste påvirkning, antall år i utstilling og i magasin draktene har vært eksponert for. Samtidig, det er ikke bare den museumsmessige kontekst som har påvirker tarmskinnet og draktene, men også deres levetid før de ble en del av museets samling. Dette gjelder produksjonsmåte og bruk, men også den miljømessige

påvirkningen den lange transporten utgjorde. Under vil det gjøres rede for de to miljøene draktene i dag er oppbevart i.

#### **4.1.2 Arktis utstilling – Kulturhistorisk Museum i Oslo**

Den arktiske utstillingen til Kulturhistorisk museum har vært en mer eller mindre fast utstilling siden 1947. Riktignok har den ved flere anledninger blitt forandret. Den fikk blant annet en ansiktsløftning i 1966, og i 1978 ble den åpne utstillingen ”Arktiske kulturer” montert (Perminow m.fl., 2004:137-144). Denne ble stående frem til 1986, da den måtte stenges etter et stort angrep av skadeliggjørende insekter. Hele utstillingen ble da tømt og gjenstandene ble gasset med Fumisect (3% dichlorvos, 3% malathion og 2 % pyrethrine). Det har gjentatte ganger vært problemer med skadedyr i denne utstilling. Arktis utstilling slik den fremstår i dag har vært en fast utstilling siden 1993. DU1 og DU2 har trolig vært utstilt i hele denne perioden (Klokkernes, 2011:Pers.komm). Hvorvidt flere av museets tarmskinndrakter har vært en del av de tidligere arktiske utstillingene er usikkert, men det er grunn til å tro at en eller flere har vært utstilt på et tidligere tidspunkt. Men det vites ikke. Da den nåværende Arktis utstillingen ble montert (1993) ble ulike bevaringsfremmende tiltak gjennomført. For å forhindre skadedyr ble gjenstandene utstilt i tette, mindre montre slik at en spredning av en eventuell skadedyr lettere kunne forhindres og kontrolleres. Med fiberoptisk belysning ble lysintensiteten (UV) redusert, samtidig som den lysgenererte varmen ble mindre (Klokkernes og Sharma, 2005:92). Draktene, DU1 og 2, er utstilt i lukkede montre og DU1 er montert på en modell av en mann som padler i en kajakk (fig.13)DU2 henger på et tilpasset stativ i et lukket monter langs med en yttervegg. De er begge eksponert for lysspotter, riktignok med ulik grad av lysintensitet. Lysmålinger ble gjort ved begge draktene og DU1 er eksponert for ca 100 lux/t mens DU2 eksponeres for en betydelig større lysmengde på ca 350 lux/t. Lysstrålene treffer her hette og skulder på draktens venstre side (fig.12). Derfor, gjenstandene i denne utstilling blir utsatt for ulik grad av lyseksponering. Trolig er 350 lux et maksimum<sup>15</sup>. Thomson anbefaler at lyseksponering for organiske materialer som pels og lær bør ligge mellom 50-200 lux/t. UV strålingen ble målt til å ligge mellom 16 og 20 µW/lm og kan derfor betegnes som minimal. Om målinger av UV overgår 60-80 µW/lm bør UV stålene minimeres ved hjelp av et filter (Thomson, 2003:20-23).

---

<sup>15</sup> Det har ikke blitt målt lys ved alle gjenstandene, men lysforholdene som her beskrives er ikke representative for utstillingen som en helhet.





Figur 12. Tarmskinndrakt (DU2) i Arktis utstilling, Kulturhistorisk Museum. Lys faller ned på draktens høyre skulder og høyre side av hetta.



Figur 13. Tarmskinndrakt (DU1) i Arktis utstilling, Kulturhistorisk museum i Oslo

Lave verdier av UV, aller helst helt utelukket er ønskelig ettersom disse er de mest energirike stålene som finnes i vanlige lyskilder og som av den grunn bidrar til raskere en nedbrytning hos de materialer som absorberer lys. Dette gjelder spesielt pigmenter, tekstiler og organiske materialer som skinn, lær og pels (Thomson, 2003:14-16). Temperaturen og den relative fuktigheten (RF) i utstillingen har vært noe varierende. En sporadisk gjennomgang av data for klimaet i perioden 2004- 2008 viste at temperaturen og fuktighet i gjennomsnitt har ligget på ca 20 °C og ca 50% RF. Det har blitt registrert en maksimumstemperatur på 29.2 °C og minimum 16 °C. Minimum og maksimum RF som har vært registrert ligger på 39,8 % og 64 %. Målinger har nylig blitt foretatt både inne i montrene. Disse avviker noe og målingene viser en lavere RF inne montrene. Svingningene i RF og temperatur er nå forsøkt forbedret ved installering av et nytt klimaregulerende anlegg i utstillingsarealet (2011).

#### 4.1.3 Kjølemagasinet i Fredriksgate 3

De drakter som ikke er i utstillingen er oppbevart i kjølemagasin (fig.14 og 15). En gjennomgang av data fra 2007-2008 viser en gjennomsnittlig temperatur på 6.7 °C og relativ fuktighet på 46,7 %. Maksimum temperatur var 13°C og maksimum RF til 59,5%. Lyset er avslått. Den primere årsak til å oppbevare organisk materialer kjølig har vært på forhindre skadedyr (Kite, 2006:167), og samtidig å utsette den kjemiske nedbrytningsraten (Larsen m.fl., 1996d:194-195). I følge Pool ble kjølig oppbevaring ukritisk blitt implementert av

museumsvesenet og at den faktiske bevaringsfremmede effekt av kjølig oppbevaring ikke var vitenskapelig begrunnet. Hennes studier indikerer at skinnmaterialer som ble flyttet inn og ut av kjølige magasiner mistet evne til å ta opp fuktighet (Pool, 1997:37). Det kan derfor stilles spørsmål ved det bevaringsfremmede aspektet til kald oppbevaring. De to draktene fra Grønland henger på et stativ med et stykke plast over. De henger på hver sin kleshenger. Draktene fra Alaska henger inne i et skap av metall, også de på hver sin kleshenger med vatt i skulderpartiene. Flere av gjenstandene i dette kjølerommet ble rensset for mugg i muggsaneringsprosjektet 2007<sup>16</sup>. Det ble ikke oppdaget mugg på tarmskinndraktene i den forbindelse. De ble derfor ikke rensset for mugg den gangen. De skulle heller gjennomgå en renseprosess i forbindelse med en flytting til det nye magasin på Økern (Klokkernes, 2011:Pers.komm). Årsaken til muggeveksten var trolig svikt i klimaanlegget, samt fuktig vær. Det har ved tidligere anledninger også vært registrert muggsoppvekst i dette magasinet, deriblant i 1980 og i 1998 (Storbekk, 2005).



Figur 14. DM1 og DM2 fra Øst-Grønland i det store kjølemagasin i Fredriksgate 3



Figur 15. DM3, DM4 og DM5 henger i et skap i det store kjølemagasin i Fredriksgate 3.

<sup>16</sup> Dette var en del av et større muggsaneringsprogram som innebefattet flere av KHM sine magasiner. KHM har nå nye magasiner på Økern. Tarmskinndraktene skal flyttes dit i nær fremtid.

#### 4.1.4 Prøvetaking av draktene

For å kunne undersøke draktenes tilstand, si noe om miljømessige innvirkninger og for å kunne sammenligne draktene opp mot testmaterialet ble det søkt om tillatelse til å forta inngrep i forbindelse med analysen av disse gjenstandene. Søknaden ble innvilget, og det ble tatt en liten prøve (ca 1x1 mm) fra hver av draktene, unntatt DU1. Det ble ikke regnet som forsvarlig å ta en prøve av DU1 da det ikke var mulig å komme til på draktens innside og sømmer. En prøve fra denne drakten ville derfor ha medført et hull i draktens hoveddel. Dette ble vurdert som uforsvarlig og uetisk. Prøvene ble tatt fra draktenes innside, der tarmskinn overlappet i sømmene. Prøvested og prøveuttak ble utført i samråd med ansatte ved KHM (Konservator Nalini Sharma). Sted for prøvetaking er illustrert i vedlegg 2.

#### 4.1.5 Testmaterialet

Seltarmen som ligger til grunn for bearbeidingen av testmaterialet kommer fra Norsk Havforskningsinstitutt i Tromsø. Selen var en ung grønlandssel (*Phoca groenlandica*), en hunn som var 111 cm lang med en vekt på 26 kg. Tarmen ble mottatt i frossen tilstand. Litteraturen som la grunnlaget for bearbeidingen ble gjennomgått i det forrige kapittel. Som nevnt er metodene for bearbeiding noe mangelfullt beskrevet og en utforskende tilnærming til bearbeidingen var derfor nødvendig. Det ble valgt å bearbeide tarmskinnet uten å tilsette faktiske gravestoffer som urin, røyk (aldehyder) eller saltvann. Det finnes lite informasjon om hva som skjer med tarmskinnet kjemisk når slike garvestoffer blir tilsatt og det var derfor usikkert hvorvidt disse ville ha påvirket analysene. For å kunne observere hvordan tarmskinnet blir påvirket av miljømessige faktorer alene var det derfor ønskelig å bruke den enkleste formen for bearbeiding, mekanisk bearbeiding og tørking. Testmaterialet ble tørket inne i romtemperatur ved 19 °C. Slik ble tarmskinnet tilnærmet sommertørket og resultatet ble et tynt og gjennomskinnelig materiale. Testmaterialet lignet i stor grad tarmskinnet som kan observeres på enkelte tarmskinndrakter og gjenstander av tarmskinn som finnes i museumssamlinger. Metoden brukt for bearbeiding er beskrevet detaljert i vedlegg 1.

## 4.2 Eksperimentelt oppsett

I det følgende skal det eksperimentelle oppsette beskrives og diskuteres. Formålet med et eksperiment er at det skal simulere en virkelighet men på samme tid har kontroll over kjente parameter (Kaiser, 2009). I et eksperimentelt oppsett vil man ha en eller flere uavhengige variabler. Dette er variabler som man har kontroll over. Virkningen av disse uavhengige variabler er den avhengige variabel og ønskes studert i et eksperimentelt oppsett. Den avhengige variabel som det i dette eksperimentet er ønskelig å studere er hvordan tarmskinnet responderer på de tre uavhengige variabler, lys, varme og lys/varme. Altså tarmskinnets tilstand etter eksponering for disse faktorer. Et slikt oppsett gir mulighet til å undersøke om hvilke av disse to variabler som har den største innvirkning på tilstanden til tarmskinnet. Og i hvilken grad de to faktorer interagerer og påvirker hverandre. Et problem som alltid er tilstedeværende i et eksperiment er at det sjelden gjenspeiler den hele og fulle virkelighet. Samtidig er det kun mulig å kontrollere de faktorer som man på forhånd kjenner til og eventuelle ukjente faktorer kan komme til å forstyrre resultatene (Kaiser, 2009). Et annet problem som er spesielt relevant her i hvor stor grad testmaterialet kan gjenspeile virkeligheten og altså relateres til de reelle museumsgjenstander, tarmskinndraktene. Derfor, for å større grad kunne knytte eksperimentet til KHM sine tarmskinndrakter ble det tatt i bruk varighetskalkulasjoner. Slike kalkuleringer gå ut på å kalkulere nedbrytningsraten ut i fra bestemte miljømessige forhold som igjen kan gi informasjon om materialets forventet levelader (ASHRAE, 2007:21.23). Permanensindeksen ( $p$ ) er forholdet mellom reaksjonsraten under bestemte forhold (miljømessig referanseforholdet) og nedbrytningsraten under andre forhold. Hvis  $p$  er større enn en bevares materialet under referanseforholdet og hvis  $p$  er mindre enn en vil materialet nedbrytes raskere enn referanseforholdet (Lavédrine 2010: 147). Slike varighetskalkuleringer baserer seg på forholdet mellom temperatur og RF og har i følge Michalski nyttige implikasjoner for bevaring av organiske materialer som papir og fotografier (Michalski, 2002:70-71). Hensikten her var å relatere aldringen til utstillingen ved hjelp av Isoperm (Isopermanece) slik den er beskrevet av Sebara (Sebera, 1994).

Aldringsforhold og metode utviklet i STEP, ENVIRONMENT ble lagt til grunn for valg av metode. Metodene som beskrives i disse prosjektene er først og fremst utvikling for aldring av vegetabilsk garvet lær. Aldringsparametre som utgjorde aldringen i disse prosjekter var bestående av temperatur, RF, forurensing ( $\text{SO}_2$  og  $\text{NO}_2$ )(Larsen, 1996b:172). Metoden i disse prosjektene ble utviklet for kunstig aldring av vegetabilsk garvet lær og metoden kunne ikke

ukritisk overføres til tarmskinn. Allikevel, fordi det ikke tidligere er beskrevet aldringsforsøk foretatt på tarmskinn i litteraturen var metoden utviklet i disse prosjektene relevante. Lær og tarmskinn begge er kollagenbaserte materialer og det kan forventes at de til en viss grad responderer likt. Da det i dette prosjektet utelukkende ønskes å se på effekten av lys og temperatur måtte metoden modifiseres noe. I forkant av aldringen var det spesielt en parameter det var vanskelig å fastsette. Dette var temperaturen til varmealdringen. Ettersom tidsaspektet var kort var det ønskelig å få aldret så mye som mulig samtidig som at aldringen også skulle fremstå mest mulig reel. Det vil si å ikke påvirke testmaterialet med for høy varme slik at en denaturering av kollagenet ble risikert. Derfor ble krympingstemperaturen til ugarvet kollagen (ca 65°C) førende for valg av temperatur. 40 °C ble brukt som grunntemperatur i aldringen av vegetabilsk lær i ENVIRONMENT og det ble derfor valgt å bruk dette som utgangspunkt i dette eksperimentet <sup>17</sup> (Larsen, 1996b:171). Det samsvarte også godt i forhold til krympingstemperaturen til ugarvet kollagen. Allikevel, fordi en temperatur under 40°C ville skape for små endringer i den korte perioden aldringen skulle foregå og samtidig gi lite utslag på Isoperm kalkuleringene (fig.16), ble testmaterialet aldret ved to temperaturer, 40°C og 60°C. Dette ville gi en lengre aldring, samtidig ble risikoen for å ødelegge testmaterialet ble unngått, sammen med misvisende resultater. Dette gav også rom for en sammenligning og en vurdering av aldringen.

Aldringsregime (total)	Tid (dager)	Tid (timer)	Temperatur (C°)	RF (%)	Lys (47 000 lux)	År i Utstilling (Isoperm)	År i utstilling (lys)
Prealdring	3		40	70		0,130394638	
Varme 1	30	40	2	2		0,055883416	
Varme 2	30	60	2	2		0,561855268	
Synlig lys 3	13	112,5					7,11

Figur 16. Tabellen viser oversikt over maksimum aldring og den tiden aldringen tilsvarer i Arktis utstilling, KHM

<sup>17</sup> Foraldringen, 150 C som er en del av metoden utviklet i ENVIRONMENT ble ikke anvendt, da det ble ansett for en for høy temperatur for ugarvet kollagen.

#### 4.2.1 Utførelse av varme - og lysalding

Den øvre del av tynntarmen ble valgt som utgangspunkt, og ble bearbeidet etter å ha ligget to døgn i vann, ved kjøleskapstemperatur (4°C). Den tørkede tarmen ble klippet opp på langs deretter på tvers i 23 nesten like store deler (fig.17 og 18). For å kunne orientere de ulike teststykkene både i forhold til hverandre og i forholdt til tarmens innside/ ytterside ble teststykkene merket med en blyantprik i nedre venstre hjørnet. Om tarmskinnets ytterside vendte opp ville prikken være på høyre side og omvendt (fig.19 og 20). Hvert stykke ble nummerert etter hovedaldringsregime: A1-18 (varmebehandlet, utvalgte stykker også aldret med lys). AL1-5 (kun lysaldret). AK1-3 (kontrollprøver). Et B sett med prøver, fra tykktarmen til samme sel, ble aldret på samme måte, for å undersøke i hvor stor grad aldringen viste seg å være reproducerbar. Dette tarmskinnet var mørkere i farge og noen tykkere (fig.20).



Figur 17. Øvre del av tynntarm ble anvendt som testmateriale. Bildet viser tarmskinnet etter bearbeiding og tørking.



Figur 18. Testmaterialet ble delt inn i 26 ganske så like deler. Alle delene skulle gjennomgå ulik aldring.



Figur 19. Eksempel på oppdelt prøve fra A



Figur 20. Eksempel på prøve fra sett B

For varmealdring ble det brukt to vanlige laboratoriumsovner og prøvene ble lagt i en lukket beholder sammen med silicagel. Silicagelen ble klimatisert i ved 150 °C i en time (NPS, 1999) og skulle sikre en konstant tilnærmet fraværende RF (fig.22). Det ble målt fuktighet i beholderen ved de to temperaturene med en Hanwell datalogger. Denne viste en RF på 2%. Varmealdringsregimet er presentert i tabellen under. I utgangspunktet var det ønskelig å varmealдре materialet sammen med fuktighet, og det ble forsøkt å regulere fuktigheten i det lukkede systemet med en mettet saltløsning (MgCl) som ville ha oppretthold en RF på ca 33 %. Dette ville ha økt aldringseffekten i forhold til utstillingen (i følge isoperm). Imidlertid, etter tre døgn viste fuktighetsindikatoren 70% og forsøket ble derfor avsluttet<sup>18</sup>. Prøve A1-A9 gjennomgikk denne behandlingen og det er her valgt å se dette som et foraldringsregime.

Lysaldringen ble gjennomført ved hjelp av en lystrommel fra ukjent produsent med en lyspæren en (Sylvania, HSB-BN-500W 240V E40) hadde en lysstyrke på 47000 lux, uten UV(fig.21). Helt sammenlignbart med den tørre varmealdringen er dette ikke. Lampen genererte noe varme, rundt ti grader over romtemperatur (30C°) selv om apparatet var tilknyttet en vifte. Luftfuktighet ble målt til 17 %. Disse parametere ble derfor en del av aldringsregimet. Lysaldringsregimet er beskrevet i tabellen under. Det ble tatt ut små prøver for analyse underveis. Slik var det var mulig å følge detaljert krympningstemperaturkurve, med til sammen 15 prøver av ulike lysaldret tarmskinn. Som en siste del av aldringen ble også noen av de varmealdrede testprøver utsatt for ulike grader av lys. Se tabellen under.

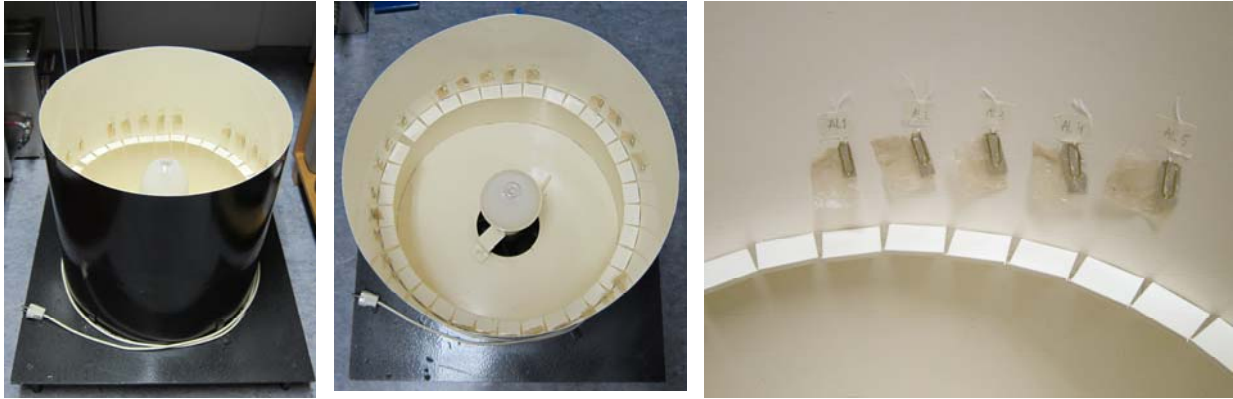
---

<sup>18</sup> Det ble utført tester med varme og saltløsning (MgCl) i forkant av aldringen. Dette fungerte og RF ble målt til ca 30%. Det ble derfor valgt å sette i gang forsøket.

Tabell over prøvene som gjennomgikk ulik behandling.

Aldring (aldr. regime)	Tid dager/timer	Prøver	Antall år i utstilling (isoperm / lyskalkule- ring)
Kontroll	0	AK1-	
*Foraldring	3 d	AK3	
40°C, 70% RH		A1-A9	0,130
Varme (1) (tørr)	3 d	A1	0,133
40°C, 2%RF	9 d	A3	0,141
	14 d	A5	0,147
	21 d	A7	0,156
	28 d	A9	0,164
Varme (2)(tørr)	3 d	A10	0,037
60°C, 2 % RF	9 d	A12	0,112
	14 d	A14	0,174
	21 d	A16	0,262
	28 d	A18	0,359
Synlig lys (3)	17 t	AL1	1
47000 lux/t, 30°C,	45 t	AL2	3
17%RF	69 t	AL3	4
	90 t	AL4	6
	112,5 t	AL5	7
Varme og lys (4)	7 d / 17 t	A2	
40°C, 2%RF og	11 d / 45 t	A4	
47000 lux/t, 30°C,	17 d / 69 t	A6	
17% RF	24 d / 90 t	A8	
Varme og lys (5)	7 d / 17 t	A11	
60°C, 2% RF	11 d / 45 t	A13	
47000 lux/t, 30°C,	17 d / 69 t	A15	
17% RF	24 d / 90 t	A17	





Figur 21. Lysaldringstommel med testmaterialet. Aluminiumsfole ble brukt for å undersøke en fargeforandring.



Figur 22. Lukket beholder med tarmskinnpøver, silicalgel og fuktighetsmåler. Klar for varmealdring.

## 5 Analyser og resultat

I dette kapittel vil resultatene fra analysemetodene som ble anvendt for å undersøke draktene og forsøksmaterialet diskuteres og presenteres. Analysemetodene vil presentres sammen med fremgangsmåten som ble brukt. Litteraturen som ligger til grunn for valg av metodene er først og fremst basert på metoder utviklet for vegetabilsk garvet lær og pergament utviklet av Larsen med flere gjennom prosjektene STEP, ENVIRONMET og IDAP (Improved damage assessemet of parchment) (Larsen m.fl., 1994, Larsen, 1996, Larsen, 2002). Metoder beskrevet for undersøkelser av skinnmaterialer i avhandlingen til Klokkernes (Klokkernes, 2007) og arbeid utført av Schmidt med flere ved Nationalmuseet i København (Schmidt m.fl., 1993, Schmidt, 2010). Ingen av metodene som her ble anvendt er beskrevet brukt på tarmskinn i publisert litteratur<sup>19</sup>. Det var derfor nødvendig å tilpasse og modifisere metodene fra litteraturen over noe. Metodene var en blanding av både ikke-destruktive og destruktive metoder. Målet var å undersøke disse metodenes anvendbarhet, relasjonen mellom makroskopiske og mikroskopiske undersøkelser. Hensikten var også å undersøke hvorvidt det var mulig å trekke noen tråder mellom det kunstig aldrede testmaterialet og draktene, med tanke på nedbrytning forårsaket av henholdsvis lys og varme. Disse punktene vil diskuteres nærmere i den neste kapittel. Under vil metodene beskrives og resultatene presenteres, sammen med en diskusjon om metodenes anvendbarhet på tarmskinn.

### 5.1 Visuell analyse – makroskopisk nivå

Fordi de analytiske metodene ikke bare var ment for å undersøke testmaterialet, men også reelle museumsgjenstander, var det som nevnt i den generelle metodikken viktig å finne ut i hvilken grad en visuell analyse på det makroskopiske plan kunne si noe om tilstanden til tarmskinn og drakter laget av tarmskinn. I en tilstandsvurdering av museumsgjenstander er det ofte begrensinger i forhold til å kunne uttak av materialprøver. Konservatorens viktigste redskap i arbeidet med historiske materialer og gjenstander er derfor øynene og sansene (Pye, 2001:105). Fordi dette prosjektet omfatter en undersøkelse av gjenstander med stor historisk og kulturell verdi var det viktig å undersøke hva slags grad av informasjon som kan hentes ut av materialet på bakgrunn av en ikke-destruktiv visuell undersøkelse på makroskopisk nivå.

---

<sup>19</sup> To unntak finnes, et tverrsnitt av tarmskinn impregnert med polyetylen glycol (PEG) 400 tatt under elektronmikroskop (Morrison, 1986:18) og et elektronmikrograf av overflaten til tarmskinn fra sel (Schaffer, 1974:72)

Deler av denne vurderingen ble derfor utført både på testmaterialet og på tarmskinndraktene. Studier fortatt av pergament og skinn indikerer at det er en sammenheng mellom de fysiske og mekaniske egenskapene observert på et makroskopisk, mikroskopisk plan og de strukturelle, termokjemiske, termofysiske og kjemiske endringer i materialet som skjer ved en nedbrytning av materialet (Larsen m.fl., 2005:200, Klockernes, 2007:32). Den visuelle vurdering av testmaterialet, henholdsvis aldret og ualdret, sammen med en visuell vurdering av tarmskinndraktene skulle derfor avgjøre om en slik sammenheng også kan observeres på tarmskinn. Den store utfordringen som vedrører en visuell vurdering er at den som oftest innebærer en stor grad av subjektivitet. For å gjøre slike vurderinger mindre subjektive har det vært vanlig å la et større antall personer gjøre den samme vurderingen og se hvorvidt deres observasjoner samsvarer. Andre fremgangsmåter er bruke instrumenter som kan kvantifisere faktorer som farge, fleksibilitet, glans og tykkelse. Å bruke fastsatte standarder som sammenligningsgrunnlag er også tiltak som kan bidra til å gjøre den subjektive vurderingen noe mer objektiv.

### **5.1.1 Metode**

Den visuelle vurderingen ble delt i tre der den første delen gikk ut på en generell vurdering av draktene som helhet. Dette inkluderer en generell beskrivelse av gjenstandsgruppen innebefattende identifikasjon av materialer, dekorasjonselementer, oppmåling, samt innhenting av sekundær informasjon som kunne belyse tidligere oppbevaring, konserveringsbehandling og annet som kan ha virket inn på den nåværende tilstanden til draktene. Del nummer to hadde til hensikt å undersøke, anvendt tørkemetode, spor etter biologisk aktivitet, skitt og smuss, sammen med en grundig undersøkelse av tarmskinnets overflate. Del nummer tre inkluderte en vurdering av fysiske egenskaper som farge, fleksibilitet, tarmskinnets bredde og gjennomskinnelighet. I del to og tre var det bare tarmskinnet på draktene som ble vurdert. Alle sekundære materialer, som finnes langs kanter og i dekorasjonselementer ble utelatt. Årsaken til at den visuelle vurderingen ble delt i tre var fordi det ikke var relevant å undersøke del en og to på testmaterialet, allikevel er disse to delene viktige elementer i en undersøkelse av tarmskinnsdrakter og danner grunnlaget for en helhetlig gjenstand- og materialforståelse. Del tre var utgangspunktet for sammenligningen med testmaterialet. Under vil de tre metodene gjennomgå, med hensyn til metode og kriterier for vurdering av tilstand. Resultat og diskusjon fra disse følger så.

## Visuell vurdering Del 1 - Generell beskrivelse

Sekundær informasjon ble innhentet fra hovedkatalogen til KHM,<sup>20</sup> relevant litteratur som omhandler Kulturhistorisk museum (Perminow m.fl., 2004) og den etnografiske samlingen som helhet deriblant sentrale verk av Yngvar Nielsen og Gjessing og Krekling-Johannessen ble gjennomgått (Nielsen, 1907, Gjessing og Johannessen, 1957). Fokus ble lagt på finne ut hvor gamle draktene var, opprinnelsessted sammen med oppbevarings- og utstillingshistorien til disse. For å kartlegge historien draktene ble kataloger, klima, og samtaler. En generell beskrivelse av dekor og materialsammensetning ble utført, sammen med en oppmåling av alle draktene. Metoden for oppmålingen ble hentet fra prosjektet *Skinddragter fra Nord* (NORDLIGE VERDENER/Skinddragter fra Nord/Anne Lisbeth Schmidt).

## Visuell vurdering Del 2 - Tarmskinnet overflate

I denne delen av undersøkelsen ble tarmskinnets overflate undersøkt ved hjelp av øyne og digitalt fotografiapparat (Nikon D5000) med linse 18-55 og makrolinse. Tørkemetode ble notert sammen med og spor etter tørking, bearbeiding, skitt og smuss, rifter og annet som kunne gi informasjon om tilstanden til draktene. Ettersom graden av de ulike parameter var vanskelig å vurdere, ble det disse vurdert som tilstede eller ikke tilstede ved bruk av Ja/Nei. Tabell over kjennetegn brukt i analysen ses under (fig. 23).

### Vurdering del 2

Kjennetegn	Vurdering
Tarmenes syretning	Vertikal/Horisontal
Anvendt tørkemetode	Sommertørket/Vintertørket
Spor etter bearbeiding	Ja/Nei
Spor etter tørking	Ja/Nei
Spor etter biologisk aktivitet	Ja/Nei
Rifter/hull	Ja/Nei
Skitt/smuss	Ja/Nei
Spor etter tidligere konserveringsbehandlinger	Ja/Nei
Annet	Ja/Nei – Eventuelt hva?

Figur 23. Tabell over kriterier til visuell analyse del 2

<sup>20</sup> Hovedkatalogen finnes avfotografert på Etnografisk bibliotek ved Kulturhistorisk Museum i Oslo

### Visuell vurdering Del 3 - Fysiske egenskaper

Da det ikke fantes tilgjengelig måleutstyr for fleksibilitet, glans og farge var det nødvendig å finne andre metoder som kunne gjøre undersøkelsen noe mer objektiv. Disse egenskapene ble derfor vurdert opp mot kjente materialer med kjente standarder som kunne utgjøre en referanse. Fleksibiliteten ble målt opp mot 4 ulike kjente papirtyper og tykkelser; Kalkerpapir fra Canson Graphic med vekt 90g/A4, Papir fra Scandia med vekt 100g/A4, 150/A4 og 200g/A4<sup>21</sup>. Fleksibiliteten ble målt på midten av tarmskinnremmene ved å forsiktig bøye tarmskinnet og sammenlignet med over nevnte standarder. Farge ble målt opp mot MUNSELL® SOIL COLOR CHART utgave 1994. Metoden er beskrevet anvendt som referanse for fargevurdering av skinnmaterialer foretatt av Klokkernes (Klokkernes, 2007:33). Fargekartet ble lagt mot tarmskinnet og fargespekteret notert ned for henholdsvis hovedfarge, sammen med variasjoner av farger. For å vurdere grad av gjennomskinnelighet ble en bit papir med skrift av størrelse 24 lagt under draktene og det ble vurdert i hvor stor grad denne var synlig gjennom tarmskinnet. Hvorvidt tarmskinnet var sprøtt eller ikke ble målt etter om tarmskinnet gav fra seg en knitrende/sprø lyd etter lett trykk med to fingre. Tarmskinnets glanshetsgrad, det vil si forholdet mellom intensiteten av speilet og diffusert lys fra overflaten (Snl, 2011), ble sammenlignet mot Beckers Fargekart (2009) hvit og gråfarger, med kategorier; helmatt glansgrad 3, matt glansgrad 7, halvmatt, glansgrad 20, halvblank glansgrad 40 og blank glansgrad på 70. Glanskartet ble holdt mot tarmskinnets overflate i slik at lyset traff både glanskartet og tarmskinnet ned samme. Det var utelukkende tarmskinnet som ble vurdert her. Det var nødvendig å tilpasse metodene noe til den enkelte drakt ettersom noen av draktene var utstilt og ikke kunne flyttes for undersøkelse. Derfor ble disse draktene (DU1 og DU2) undersøkt med de samme kriterier, men på en noe modifisert og tilrettelagt måte<sup>22</sup>. Da det var uvisst om gjenstandene var behandlet med pesticider og giftstoffer ble forhåndsregler fulgt og undersøkelsene av alle draktene ble foretatt med hansker og laboratoriefrakk<sup>23</sup>. Tabell over kjennetegn for denne analysen finnes under (fig.24).

---

<sup>21</sup> En liknende metode for å undersøke fleksibilitet ved hjelp av ulike tykkelser plastfolie, ble anvendt av Larsen med flere i en tilstandsvurdering av Vinland Map, som er et gammelt historisk kart laget av pergament. I tilstandsundersøkelsen av dette dokumentet var det ikke mulighet for uttak av prøver og måtte derfor baseres på visuell vurdering målt opp mot kjente standardiserte materialer (Larsen m.fl., 2005:3)

<sup>22</sup> Det var ikke mulig å måle fleksibilitet på disse drakter DU1 og DU2.

<sup>23</sup> Pesticider er giftstoffer som det tidligere var vanlig å bruke i etnografiske samlinger for å forhindre angrep fra skadedyr.

### Vurdering del 3

Kjennetegn	Vurdering
Fleksibilitet	Mindre enn 90g = < 1, 90g = 1, 100g = 2, 150g = 3, 200g = 4*
Glanshetsgrad	Helmatt, Matt, Halvmatt, Halvblank, Blank
Gjennomskinnelighet	Ingen/Noe/Meget
Sprøhet	Knitrede/Sprø lyd = ja, Ingen lyd = nei
Tarmens bredde	Cm
Farge	Farge (hue), Verdi (value), Kroma (chroma)

Figur 24. Tabell over kriterier til visuell analyse del 3

\* < 1 er mer fleksibel enn 4

#### 5.1.2 Resultat og diskusjon

Resultatene fra den generelle undersøkelsen Del 1 er presentert i sin helhet i vedlegg 2. Deler av denne undersøkelsen ble fremlagt i det forrige kapittel, da draktenes oppbevaring og utstillingshistorie ble presentert. Dette gjelder opprinnelsessted, alder, og oppbevaringsforhold. Under vil de viktigste resultatene fra den visuelle analysen Del 2 og Del 3 fremlegges og diskuteres. Resultatene fra disse undersøkelsene er presenteret i sin fulle helhet i vedlegg 2.

#### Resultat Del 2 – Tarmskinnets overflate

Undersøkelsen av tarmskinndraktenes overflate viste at fem av de syv draktene er sommertørket (DM2-5 og DU1) og det fantes spor etter tørkeprosessen på alle de sommertørkede drakter. Dette vises som hvite striper på midten av hvert tarmskinnstykke (fig.30) og trolig skyldes dette at området har vært nær en kald overflate, for eksempel bakken under tørkeprosessen da tarmen var oppblåst. Det var spor etter bearbeiding på alle drakter, i form av gjensittende vev fra mucosa og de ytre muskellag. Dette var synlig både på det vintertørkede og sommertørkede tarmskinnet (fig. 25 og 30). Alle draktene fra Alaska hadde horisontale sammensydde tarmar. Tarmskinnet på draktene fra Grønland var sydd sammen vertikalt. Dette stemmer med de historiske kilder presentert i kapittel 3. Alle unntatt to (DM2 og DM3) hadde rifter og hull og på DM1 ble det observert spor etter noe som trolig kan ha vært forårsaket av skadedyr, observert som små hull i tarmskinnsoverflaten (fig.27).

Hovedfunnet var først og fremst at draktene oppbevart i magasin var svært skitne. Dette var ikke synlig på draktene i utstillingen. I tillegg ble det oppdaget små hvite flekker som minnet om mugg på alle draktene fra magasin. En nærmere studie av overflaten foretatt med makrofotografier som ble forstørret i bilderedigeringsprogram kunne langt på vei bekrefte dette (fig.32 og 34). Det ble derfor tatt et teipavtrekk av overflaten til DM2 og DM4, slik som beskrevet av Mattsson (Mattsson, 2007:14). Muggsoppen ble undersøkt av Cathrine M. Whist ved Mycoteam, og det ble fastslått tilstedeværelse av muggsoppvekst av typen stålemuggsopp (slekt, *Aspergillus*) på begge draktene (Whist, 2011:Pers.komm). Det var ikke mulig å fastslå spesifikk art uten at muggsopprøven ble dyrket. Muggsopp av samme slekt ble identifisert i kartleggingen av muggproblemene i 2005 (Storbekk, 2005:3) og muggsoppveksten har derfor trolig sammenheng med muggforekomsten i kjølemagasinet beskrevet tidligere. Klokkernes beskriver at små sirkulære muggvekstflekker (fig.13) var typiske den gang (Klokkernes, 2011:pers.komm). Ettersom draktene ikke ble rensset i den forbindelse er det sannsynlig å anta dette. Det ble også observert hvite krystallformede utfellinger på alle drakter bortsett fra, DU1, DU2 og DM3. To ulike typer krystallutfellinger ble observert på bilder tatt med makrolinse og forstørret. På drakt DM4 og DM5 ble det observert store krystallformede utfellinger som med bare øyne kunne legges merke til som små prikker i overflaten. Disse var harde og kunne ikke fjernes med lett berøring ved hjelp av fingrene (fig 31, 33 og 34). Den andre typen utfellinger som ble observert kunne ikke observeres med øynene, men ble synlig ved en forstørrelse av foto tatt med makrolinse. Riktignok kunne et hvitskjær på drakten observeres, som ga grunn til en mistanke at noe fantes på draktens overflate. Dette var spesielt synlig på DM1, imidlertid hadde DM2 noe som kunne minne om det samme (fig 28 og 29).



Figur 25. DU1, Vintertørket tarmskinn og spor etter bearbeiding





Figur 26. DM1, små hull trolig forårsaket av skadedyr. Drakten har et hvitaktig fargeskjær i overflaten. Bildet tatt med vanlig 18-350 mm linse.



Figur 27. DM1, Hvitskjær i overflaten viste seg å være små hvite krystallutsalg/pulver når bildet ble forstørret i bildebehandlingsprogram. Disse var ikke synlig med det nakne øye. Det er usikkert hva dette skyldes, men det kan være rester fra pesticider påført drakten og/eller muggsopp, evt. saltutfellinger. Bilde tatt med makrolinse.





Figur 28. Samme som forrige.DM1 hvite utfellinger.



Figur 29. DM4. Bilde tatt med vanlig linse 50-70mm. Bildet viser spor etter bearbeiding (små oransje flekker) og spor etter tørking (hvit stripe på midten av hver tarm).



Figur 30. Samme drakt som over (DM4) tatt med makrolinse og forstørret. Muggsopp og hvite harde utfellinger vises tydelig. Kan observeres på over flaten med det blotte øyet, men den tydelige krystallutforming ble først synlig etter at bildet ble forstørret i bildebehandlingsprogram.



Figur 31. DM2, Muggsopp og skitt/smuss på overfalten.



Figur 32. DM4, hvite krystallutfellinger tatt med makrolinse og forstørret.



Figur 33. DM4, Samme som over, men her ses også muggsoppvekst.





Figur 34. DM5, Rifter kan observeres på baksidens venstre arm.



Figur 35. DM1, rifter og hull. Drakten er synlig smusset.

Den visuelle analysen av overflaten viste seg å være både informativ og fungerbar i en undersøkelse av tarmskinn. En forstørrelse av makrofotografier i bildebehandlingsprogram viste detaljer som ikke var mulig å se med det blotte øye. Det viste seg imidlertid vanskelig på bakgrunn av disse vurderingene å si noe om tilstanden til draktene.

### **Resultat Del 3 – Fysiske egenskaper**

Denne analysen ble utført både på draktene og testmaterialet i den hensikt å undersøke om det kunne observeres noen sammenheng mellom nedbrytningsmønstrene til disse. Resultatene fra undersøkelsen viste av fleksibiliteten varierte draktene i mellom, samtidig som det var en stor forskjell mellom drakene og testmaterialet. Testmaterialet var betydelig mer fleksible enn draktene. Dette har trolig sammenheng med at testmaterialet var tynnere enn tarmskinnet som draktene var laget av. Det ble også observert variasjoner innad i hver drakt, for eksempel var tarmskinnet på armene til noen av draktene mindre fleksible enn for- og bakdelen. Det viste seg derfor vanskelig å måle fleksibiliteten til tarmskinnet på denne måten. Trolig hadde metoden fungert bedre om tarmskinnet ikke var sydd sammen i en tredimensjonal form. Verken glanshetsgrad eller gjennomskinnelighet ga noen umiddelbare indikasjoner på tilstand og nedbrytningsgraden til tarmskinnet. Måling av tarmskinnets sprøheten var et interessant parameter å indikerer at tarmskinnets grad av sprøhet (gir fra seg knitrede lyd ved berøring) ikke nødvendigvis er symptomatisk med et nedbrutt tarmskinn slik det i noen tilfeller er hevdet i litteraturen (Cruickshank, 1987:6). Dette kan hevdes fordi både ualdret og aldret testtarmskinn ga fra seg like sprø lyd. Derfor er trolig en slik sprøhet en del av tarmskinnets naturlige egenskap. Det vil allikevel være naturlig å tro at tarmskinnet blir mer spøtt som en følge av nedbrytning slik som er tilfelle for de fleste andre kollagenbaserte materialer slik det ble forklart i kapittel 3. Draktenes grad av sprøhet varierte og DM1, 2 og 4 viste ingen tegn sprøhet. De resterende drakter derimot viste tegn til sprøhet. Det ble ikke observert en umiddelbar sammenheng mellom disse. Tarmskinnets bredde kan trolig indikerer dyrets alder, en også art. I følge Blumenstein er seltarmer bredere enn sjøløve (Blumenstein sitert i Hickman, 1987:27). Testmaterialet var laget av tarmen fra en ung sel, og var mindre bredt enn draktene. Fargemessig skiller draktene seg fra testmaterialet. Draktenes hovedfarge er å finne på fargekart 2.5 Y, der testmaterialets farge befinner seg innenfor fargekart 10YR (Vedlegg 2). Det var ingen synlig forskjell i farge mellom ulikt aldret testmaterialet og kontrollprøve. Metoden var noe vanskelig å gjennomføre fordi den utelukkende baseres på subjektive vurderinger, og det viste seg vanskelig i noen tilfeller å gi den rette vurderingen.

## **Oppsummering visuell analyse Del 1 og 2**

Det viste seg vanskelig å få en indikasjon på tilstanden til tarmskinndraktene og testmaterialet ved hjelp av den visuelle analysen. Testmaterialprøvene aldret med 40°C, 60°C, bare lys og lys/varme viste ingen synlige forskjeller som kunne observeres på det makroskopiske plan forårsaket av nedbrytningen. Det var heller ingen umiddelbare kriterier som viste seg å være veiledende for å beskrive tilstanden. Det er heller ikke sikkert at alle de parametere som her ble testet er nødvendige å vurdere i en slik tilstandsvurdering av tarmskinn. Om det i større grad skulle vært mulig å finne noen karakteristiske visuelle trekk som kan indikerer tilstanden til tarmskinn måtte en større gjenstandsgruppe har blitt vurdert. På bakgrunn av undersøkelsen av de syv draktene og testmaterialet var det vanskelig å finne slike karakteristikk. Dette er derfor en svakhet ved dette prosjektet. Det kanskje mest givende resultat som ble observert i forbindelse med den visuelle undersøkelsen av draktene var informasjonspotensialet fotografiet innehar. Fotografier tatt med makrolinse, som så ble forstørret i et bildebehandlingsprogram, kunne forsterke mistanken om både tilstedeværelse av muggsopp og hvite krystallutfellinger. Noen av disse karakteristikk kunne ikke alene observeres ved hjelp av det blotte øyet. Denne metoden har ikke i stor grad blitt verdsatt som komplementær til visuelle analyse basert bare på øynene alene og metoden nevnes sjelden i litteratur som omtaler undersøkelses og analytiske metoder av kunstverk og gjenstander. Undersøkelsen kunne ikke alene kunne indikere tilstanden til tarmskinnet og viser derfor at det er nødvendig med inngripende metoder om tilstanden til tarmskinn skal vurderes.

### **5.2 Fibervurdering - mikroskopisk nivå**

En mikroskopisk undersøkelse av fibre går ut på å undersøke kollagenets fiberbunter under gjennomlysningsmikroskop. Studier foretatt av fibre til pergament, vegetabilsk garvet lær og skinnmaterialer har viset at en fibervurdering kan gi viktig informasjon om tilstanden til kollagenfiberne (Klokkernes, 2007:162, Larsen m.fl., 2005:199-201, Larsen m.fl., 1996d:196). Kjemiske og fysiske nedbrutte fibre kan observeres som frynset og fragmenterte (Larsen m.fl., 2005:201). Sammenhengskraften til fiberne kan vurderes, og til mer nedbrutt fibre er til mindre er sammenhengskraften (Larsen, 1996b:196). Med sammenhengskraft menes det her i hvor stor grad fibre er bundet til skinnstrukturen. Fibrenes farge, tykkelse og evne til å ta opp vann kan illustrere god eller dårlig tilstand (Klokkernes, 2007:155-156). Metodes bakdel er at det kreves prøvetaking, riktignok små, samtidig som en slik vurdering

krever erfaring og trening om mest mulig informasjon skal hentes ut. Fordelen med en slik vurdering er at den kan gjøres i tilknytning til en vurdering av fibrenes hydrotermisk stabilitet, når en prøve allerede er tatt. På denne måten sikres det at mer informasjon kan hentes ut av fiberne før prøven ødelegges helt (Larsen, 1996b:196). Metoden bør derfor utføres i forkant av en krympingstemperaturtest som en komplimenterende metode. En fibervurdering er helt subjektiv og kvalitativ (Klokkernes, 2007:155). Det ble foretatt en fibervurdering av prøvene tatt av alle draktene sammen med et representativt utvalg av testmaterialet.

## Metode

Til fibervurderingen ble det benyttet et LEICA stereomikroskop med gjennomlysning, samt et LEICA gjennomlysningsmikroskop og fibre ble undersøkt under 40x, 100x, 200x og 500x forstørrelse. Fibrene ble undersøkt i forkant av krympingstemperaturmålingen ( $T_s$ ) og det ble brukt en nål sammen med en tynnspisset presisjonspinsett i utførelsen. Observasjoner ble foretatt av prøven i forkant og i etterkant av vannpåføring. Prøvens fleksibilitet før vann ble vurdert. Hvorvidt tarmskinnet holdt seg flytende i møte med vann, og hvor lett tarmskinnet ble mettet med vann ble vurdert. Det ble vurdert hvor mye kraft som skulle til for å rive tarmskinnet i to, altså fibernes sammenhengskraft. Tarmskinnets lagdeling, hvor myke fibre var, samt om fibre var korte eller fragmenterte ble notert. Skitt og smuss ble observert i tillegg til i hvor stor grad fibre følte seg ”klissete” å jobbe med. Det vil si om fibre hang seg fast i pinsett og nål ved berøring (fig. 36).

## Fibervurdering

Karakteristisk kjennetegn	Vurdering
Tarmskinnets fleksibilitet før vann	Stivt/Mykt
Flyter i møte med vann	Ja/Nei
Absorbering av vann (vannmettet)	God/Middels/Dårlig
Sammenhengskraft	Stor /Middels/Liten
Fiberlengde	Lange/Middels/ Fragmenterte
Tydelig lagdeling	Ja/Nei
Fibernes fleksibilitet	Myke/Stive
Skitt/smuss	Ja/Nei
Klissethet	Ja/Nei

Figur 36. Oversikt over kriterier til fibervurdering

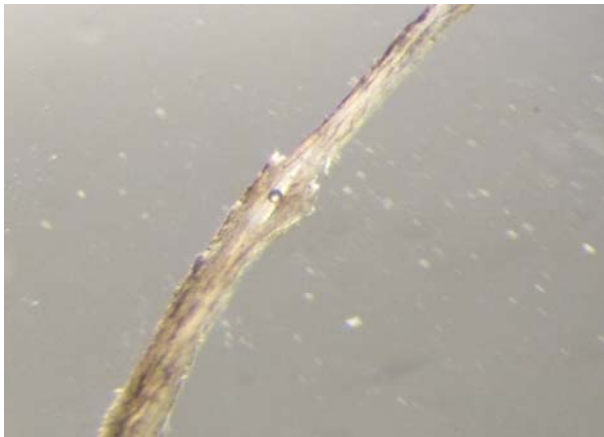
### 5.2.1 Resultat og diskusjon

Resultatene er presentert i sin helhet i vedlegg 4. Analysen viste at det er mulig å bruke denne vurderingen på tarmskinn, og at den i stor grad kunne gi informasjon om kollagenfibrene. Fibrenes lengde og fleksibilitet kunne ganske enkelt observeres, spesielt sammenlignet opp mot for eksempel unedbrutt tarmskinn, eller om observatøren er erfaren (fig.39-44). Det ble observert at det krevde nokså så stor kraft til for skille tarmskinnet i to deler, og at dette ikke nødvendigvis var knyttet opp mot fibrenes lengde. Fibrene kunne være svært korte og fragmenterte men allikevel krevde det nokså stor kraft til før tarmskinnet kunne skilles. Spesielt var dette et merkbart fenomen på prøvene fra draktene, fremfor testmaterialet. En årsak til dette kan være at tarmskinnet tatt fra draktene var tykkere enn testmaterialet. En annen kan være at det har dannet seg krysslenker innad i kollagenstrukturen. Denne observasjonen avviker noe fra det som vanligvis observeres på lær der fibersammenhengskraften ble svekkes om fibrene ble svekkes. Observasjonen kan derfor være en tilfeldighet men det kan også henge sammen med spesielle fiberorganiseringen til tarmskinn med tette sammenpakkede parallelle fibre som fletter seg sammen til et vevd mønster slik som nevnt i kapittel 3. Det kan også ha med å gjøre at fibrene er bundet sammen med små fibriller over hovedorganiseringen av fibrene se kapittel 3 (Komuro, 1988:119-120). At tarmskinnet holder seg flytende ved påføring av vann passer godt med tarmskinnets funksjon som vannavstøtende materiale (fig. 38), dette stemmer også ganske godt med at tarmskinndrakter også kan ha vært brukt som en slags flytevest (Issenman, 1997:74). Om tarmskinnet forhindres i å bli vått på begge sider, vil det trolig holde seg flytende en god stund. Men det ble observert at prøvene fra draktene ”sank” raskere enn prøvene tatt av testmaterialet. Det ble også observert at tarmskinnet består av to eller flere lag, og at det varierer i hvor stor grad disse lagene kan skilles fra hverandre, samt hvor mange lag hvert enkelt tarmskinn består av (fig. 37 og 39). Fibrene til draktene hadde en klar laginndeling, noe som trolig gjenspeiler strukturen til tarmskinnet, omtalt tidligere og kan indikere at fibrene ligger lag på lag. Spesielt var denne lagstrukturen tydelig å observere på prøvene fra draktene. Muligens kan dette ha å gjøre med at tarmskinnet på disse var tykkere enn tarmskinnet som testmaterialet bestod av. Imidlertid kan det også være et parameter på tarmskinnets grad av nedbrytning. Kanskje kan lagstrukturen være enklere å skille på et nedbrutt tarmskinn fremfor et unedbrutt.

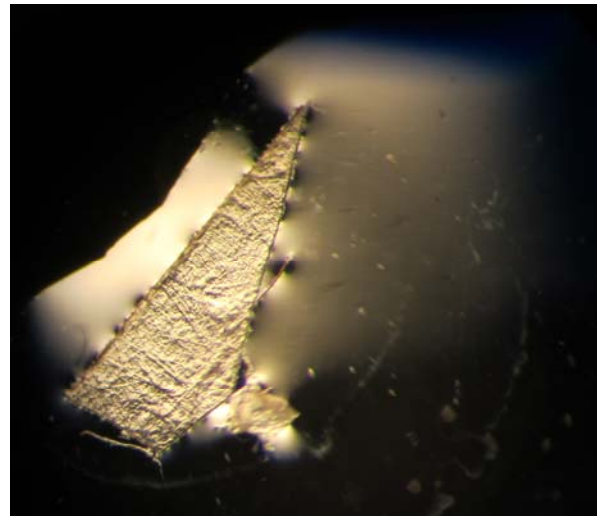
Metoden er som nevnt over subjektiv, som riktignok er en svakhet. Allikevel er den beskrivende i den forstand at det faktisk er en observerbar forskjell i fibrenes egenskaper, som igjen trolig er forårsaket av nedbrytning. Det er tydelige merkbare forskjeller mellom fibrene men utfordringen ligger i å kvantifisere disse forskjellene. Fiberlengden avhenger også av hvordan prøven er kuttet, samt i hvilken retning den dras fra hverandre. Dette en informativ metode som absolutt bør utføre i forkant av en vurdering av den hydrotermiske stabilitet. Allikevel, om alle parameter nevnt over er nødvendig å beskrive er ikke sikkert. På dette tidspunkt bør tarmskinn på fiber og fibrillnivå undersøkes nærmere for å fastsette hvilke parametre som faktisk er informasjonsgivende i en tilstandsvurdering av tarmskinn. I tillegg er behovet tilstede for å utvikle et standarder for undersøkelser.



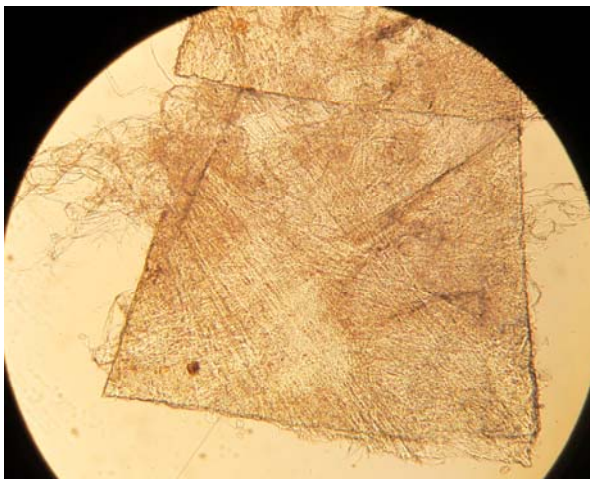
## Mikroskopibilder - fiberanalyse



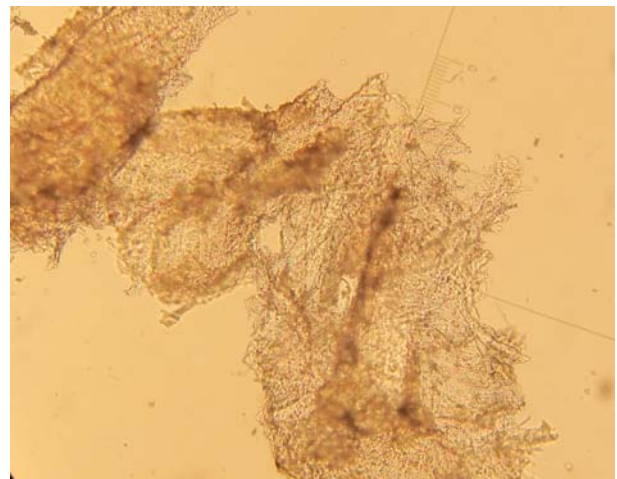
Figur 37. Tarmskinnets laginndeling, DU2. En luftboble skiller de to lag i tarmskinnet (40x forstørrelse. Bearbeidet i bilderedigeringsprogram).



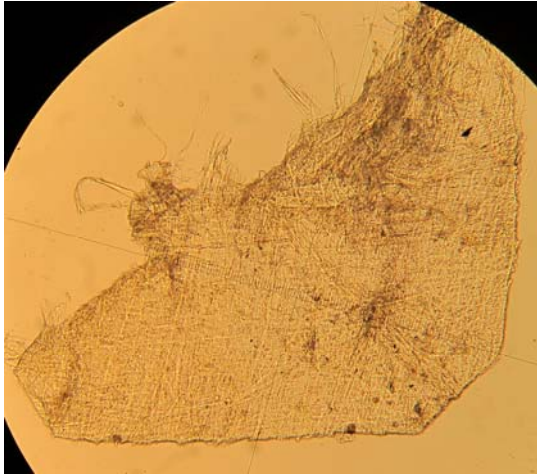
Figur 38. Tarmskinnet forblir flytende i møte med vann, DM4. Fibrenes fiberordning kan observeres (40x forstørrelse. Bearbeidet i bilderedigeringsprogram)



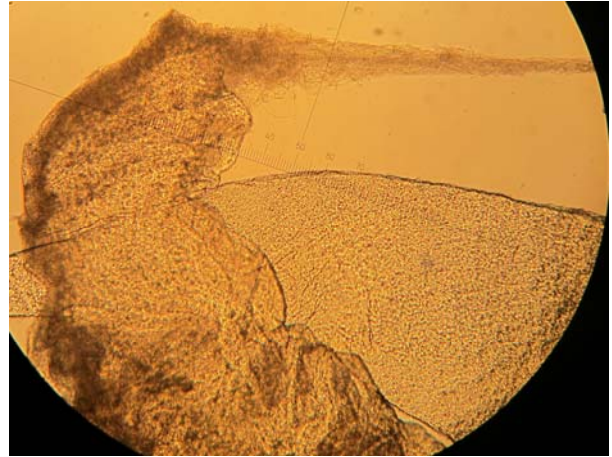
Figur 39. Tarmskinnets laginndeling, overflatestruktur, fiberlengde DM4, (100xforstørrelse. Bearbeidet i bilderedigeringsprogram )



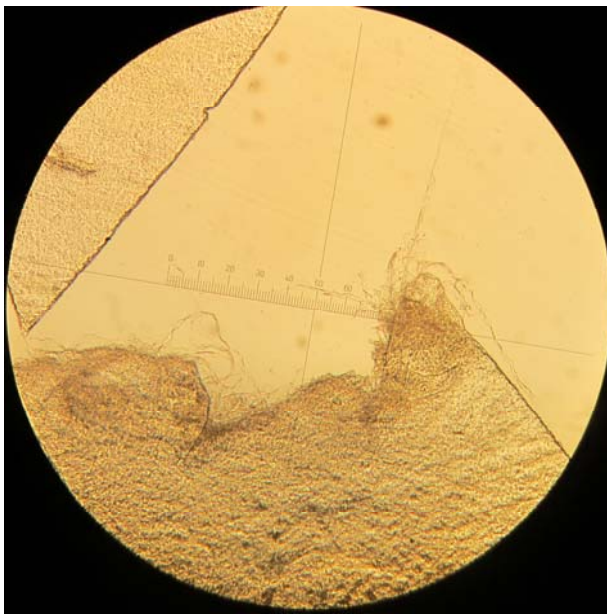
Figur 40. Tydelige fragmenterte fibre, DU2, (100x forstørrelse. Bearbeidet i bilderedigeringsprogram)



Figur 41. DM5, Fiberlengde og fiberstruktur. (100x forstørrelse. Bearbeidet i bilteredigeringsprogram)



Figur 42. A8. "Klissete" fibre. Fibrene klumper seg sammen til en stor bunt som gjør det vanskelig å skille enkeltfibrene fra hverandre. (100x forstørrelse. Bearbeidet i bilteredigeringsprogram)



Figur 43. Fiberlengde AL5, Korte fibre, men fiberlengden er også avhengig av i hvilken retning fibrene skilles fra tarmskinnstrukturen og hvordan prøven er kuttet. (100x forstørrelse. Bearbeidet i bilteredigeringsprogram)



Figur 44. AK1 100x forstørrelse. Dette er et godt eksempel på lange fibre. (100x forstørrelse. Bearbeidet i bilteredigeringsprogram)

### 5.3 Hydrotermisk stabilitet - mikroskopisk nivå

Krympingstemperaturen ( $T_s$ ) er en indikator på kollagens stabilitet (Larsen og Rahme, 1999:4-2). Kollagenfibrene krymper gradvis i møte med vann og varme forårsaket av at hydrogenbindingen i kollagenmolekylet brytes. Metoden anvendes på materialer laget av fibrøst kollagen, regnes som den metoden som best indikerer den generelle tilstanden på gjenstander laget av skinn og lær (Larsen m.fl., 2002a:55).  $T_s$  kan anvendes i en overvåkning av tilstanden til gjenstander i utstilling og i magasin, samt legge grunnlag for valg av konserveringsbehandling, sammen med en vurdering av anvendte konserveringsbehandlinger (Young, 1998). Dette er en metode som kombinert måler den kjemiske sammen med den fysiske stabiliteten til materialet (Larsen m.fl., 2002a:55). Mer spesifikt gjøres dette ved å måle mengden og stabiliteten av bindingene som opprettholder kollagenets struktur (Larsen og Rahme, 1999:4-2). Det ble her benyttet Micro Hot Table metoden (MHT) som bare avhenger av mikroskopiske prøver av fibre for en gjennomføring av metoden og den er godt beskrevet i studier av vegetabilsk garvet lær, og i studier av manuelt bearbeidet garvet og ugarvet skinn og lær (Klokkernes, 2007, Larsen m.fl., 1996a, Larsen m.fl., 1993). Metoden er basert på en subjektiv vurdering av det temperaturintervallet hvor kollagenfibrene krymper i møte med varmt vann og kan beskrives som følgende:

- Intervall  $A_1/A_2$ : Sporadisk krymping i individuelle fibre
- Intervall  $B_1/B_2$ : Individuelle fibre krymper fortløpende
- Intervall C: To eller flere fibre krymper fortløpende på samme tid.

Typiske verdier for  $T_s$  for rent kollagen, tørket ugarvet skinn, ligger på ca 62° til 68 C° (Young, 1990:626-627). Starten av C defineres som  $T_s$  og lengden av C defineres som lengden av hovedkrympingsintervallet  $\Delta T$ . Disse indikerer den generelle tilstand (Klokkernes, 2007:170). Den totale krympingen fra start til sist defineres som  $T_{total}$ . Høy  $T_s$  og kort hovedkrympingsintervall indikerer høy stabilitet. En lav  $T_s$  og kort hovedkrympingsintervall indikerer lav stabilitet. Lengden på den totale krympingen indikerer i hvilken grad fibrene er homogent nedbrutt. Til lengre den total krymping er til mer ujevnt nedbrutt er prøven (Larsen m.fl., 2002a:55)

### 5.3.1 Metode

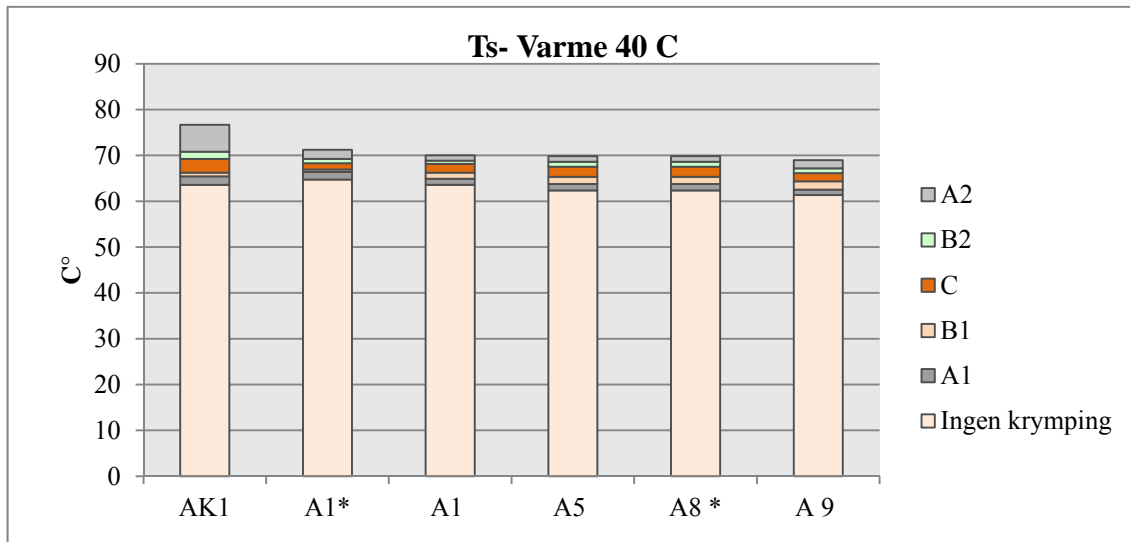
I utførelsen av analysen ble det benyttet en sentralprosessor Mettler Toledo FP90 Central prosessor med tilknyttet et varmebord FP 82 HT. En liten bit med tarmskinn ble lagt på et konkavt objektglass, en dråpe aceton ble deretter dryppet på prøven. Acetonen løser opp eventuelt fett og virker samtidig overflateavspennende (Schmidt,2011:Pers.komm). Deretter ble det tilsatt noen dråper destillert vann. Etter at prøven var gjennomtrukket med vann, ble det tarmskinnet dratt fra hverandre ved hjelp av en pinsett med tynn spiss og en nål. Dette ble gjort under mikroskop med 40x forstørrelse. Flere underprøver ble fordelt og det ble påsett at det var mulig observere enkelfibre. Fibrene lå minimum 10 minutter i destillert vann, men oversteg aldri en time. Et dekkglass ble lagt over objektglasset og følgelig plassert på varmebordet under mikroskop og krympingen ble observert ved 40x forstørrelse.

Temperaturen steg gradvis med en rate på 2°C per minutt. Metodens nøyaktighet er +/- 2°C og det ble foretatt 2 målinger per prøve. Der disse avvok fra nøyaktigheten på +/- 2 grader, ble en tredje måling foretatt. Et gjennomsnittet av de to nærmeste målingen så ble regnet ut slik som beskrevet i Larsen med flere (Larsen m.fl., 2002a).

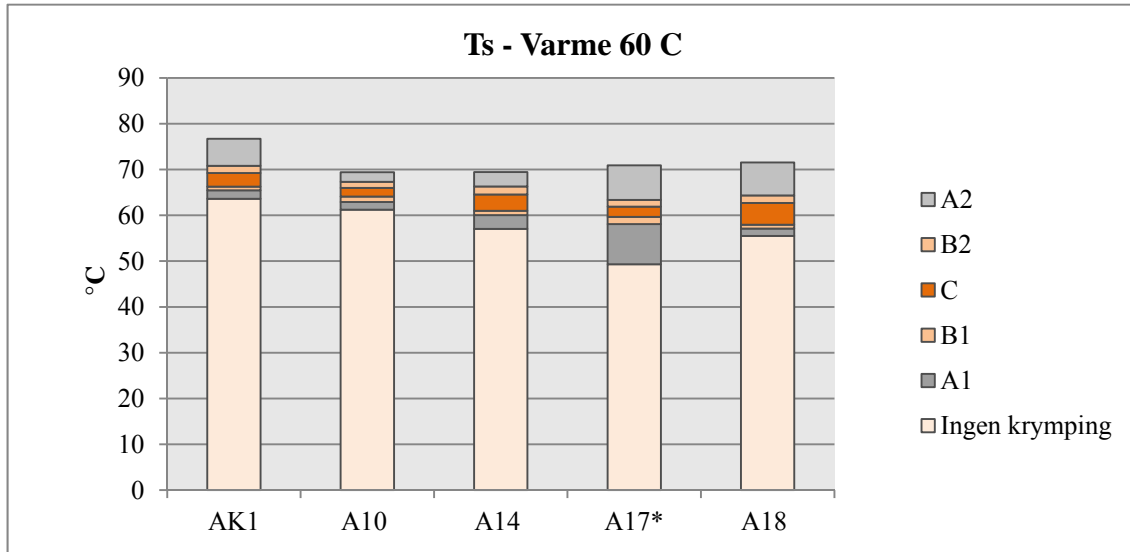
### Resultat og diskusjon

Resultatene fra undersøkelsen av den hydrotermiske temperatur er presentert i sin helhet i vedlegg . Vurderingen av den hydrotermiske stabiliteten foretatt av testmaterialet og draktene viste at alle hadde en noe lavere krympingstemperaturer sammenlignet mot rent, ualdret kollagen. Diagrammene under viser resultatet fra noen av de krympingstemperaturtester som ble utført her (fig45-46). AK1 er kontroll og har ikke vært utsatt for aldring og viser typiske verdier for rent kollagen på 62- 68. Testmaterialet som var varmealdret med henholdsvis 40°C og 60°C grader viser begge en nedadgående nedbrytningskurve og resultatet viser at tarmskinnet som ble varmealdret på 60°C har en brattere nedbrytningskurve enn det tarmskinnet som ble aldret med 40°C. Dette var som forventet og samsvarer med at varmealdring baserer seg på prinsippene om at en tilført kinetisk energi øker den molekylære bevegelsen som gjør at antall kollisjoner i materialet øker, noe som igjen øker nedbrytningsraten (Florian, 2007:61). Derfor til høyere temperatur materialet ble utsatt for til raskere ble det nedbrutt. Dette viser at varme alene kan påføre stor grad av nedbrytning. Dette betyr at tarmskinnet er relativt sårbart ovenfor middels høye temperaturer. Tarmskinnet som ble aldret med 2 %RF og 40°C viste en meget slak nedgang i krympingstemperatur og at det

ble observert en veldig liten forskjell mellom den prøve som hadde vært utsatt for varme i 3 dager og den som hadde vært utsatt for samme varme i 28 dager. Det totale krympingsintervallet ble mindre, noe som betyr at fibrene er nokså homogent nedbrutt.



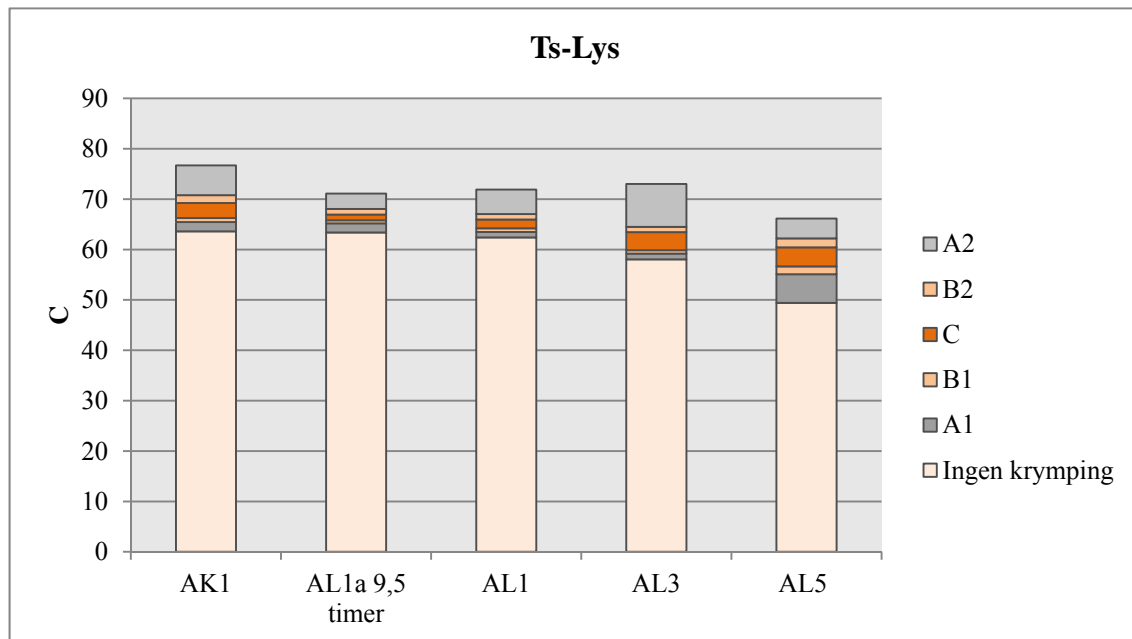
Figur 45. Grafisk fremstilling av krympingstemperaturintervallene målt av varmealdret testmateriale 40 °C.



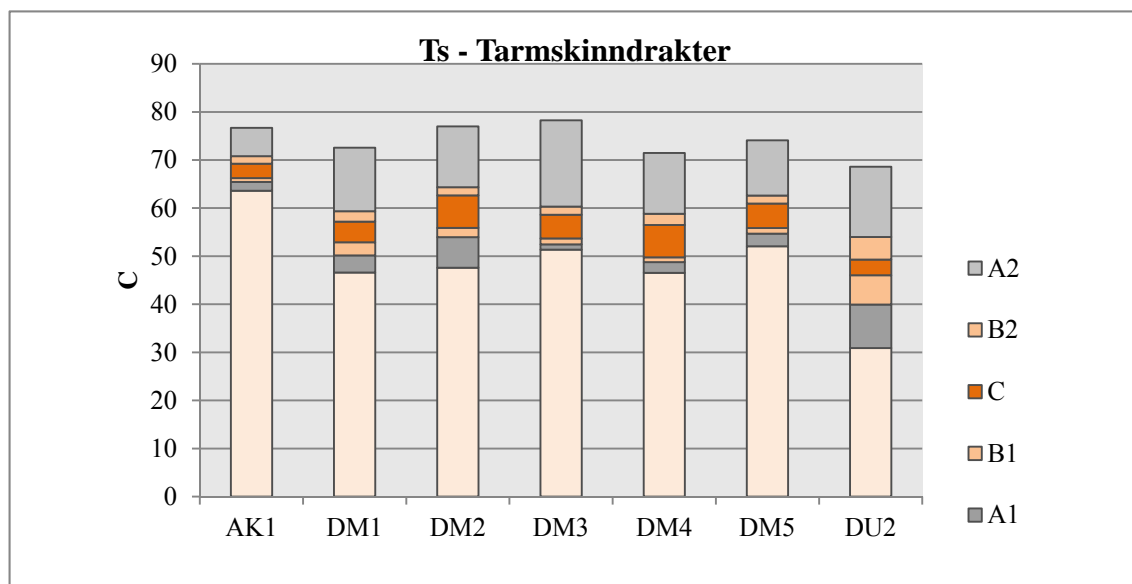
Figur 46. Grafisk fremstilling av krympingstemperaturintervallene målt av varmealdret testmateriale 60 °C.

Lysaldringen viste også en klar nedgang i krympingstemperaturen som vist på grafen under. AL5 viste et større totalt krympeintervall enn de andre, noe som betyr at det er en større spredning i fibernedbrytningen. Ellers viste resultatet at den hydrotermiske temperaturen kan måle nedbrytning påført av lys. Om resultatene fra henholdsvis varme og lysaldret tarmskinn sammenlignes har lyset en større effekt på den hydrotermiske stabiliteten enn varme alene. Dette skyldes trolig at lysaldringen ble utført med meget høy intensitet, sammen med en

temperatur på 30 °C og en RF på 17%.



Figur 47. Grafisk fremstilling av krympingstemperaturintervallene målt av lysaldret testmateriale.



Figur 48. Grafisk fremstilling av krympingstemperaturintervallene målt av tarmskinndraktene til KHM.

Resultatet fra krympingstemperaturtestene utført på tarmskinndraktene til KHM viste at draktene i magasin hadde en krympingstemperatur ( $T_s$ ) som ligger mellom 49, 8 °C (DM4) og 55, 9°C (DM2 og DM5). Alle draktene viste en startkrymping som hovedsakelig ligger mellom 3 -2 og 6 grader fra  $T_s$ , med unntak av en DM2 hvor det ble observert en startkrymping på 9 grader fra  $T_s$ . Drakten i utstillingen skiller seg vesentlig fra denne tendensen og viste en  $T_s$  på 46,1°C og er derfor relativt mer nedbrutt enn draktene oppbevart i magasin. DU2 har et  $T_{start}$  på over 15°C under  $T_s$  og skiller seg også her fra hovedtendensen

sammenlignet med draktene i magasin. Alle draktene har et relativ stor totalt krympningsforløp, og  $T_{\text{sist}}$  (siste observerte krymping) ligger på alle draktene noe over eller tett opp mot  $T_{\text{sist}}$  for unedbrutt kollagen. Dette kan indikere at det har dannet seg krysslanker i kollagenstrukturen (Larsen m.fl., 2002a:59). Også her skiller DU2 seg ute med et meget stor total intervall som strekker seg over 37,7 °C. Et stort totalintervall indikere en ujevn nedbrutt prøve og prøven tatt fra DU2 indikere et meget nedbrutt og ujevnt nedbrutt materiale.

Det viste seg at metoden egner seg godt til å indikere tarmskinns grad av nedbrytning. AL5 var den kunstige aldrede testprøven som ble utsatt de største nedbrytende faktorer fra disse to aldringsregimer og resultatene viste denne også var mest nedbrutt.  $T_s$  vurdert av draktene viste også et nedbrytningsforløp som kunne forventes ut ifra informasjon ervervet fra miljøklarleggingen draktene har vært utsatt for. Allikevel, selv om  $T_s$  regnes som en metode som gir et godt mål på nedbrytningsgraden i kollagenbaserte materialer som skinn og lær (Larsen, 2000:86), må resultatene fra draktene anvendes med noe varsomhet. Larsen påpeker at prøver tatt for en vurdering av  $T_s$  ikke nødvendigvis er representativ for hele gjenstanden ettersom det kan forventes at alle steder på en gjenstand er like mye nedbrutt. Det anbefales derfor å ta prøver av fra de områder som virker mest nedbrutt ettersom krympingstemperaturen kan legge føringer for fremtidig behandling (Larsen, 2000:62). Av denne grunn er ikke  $T_s$  fra draktene nødvendigvis representative. I denne undersøkelsen er det imidlertid bare en drakt (DU2) hvor prøven ble tatt det området hvor det var forventet at tarmskinnet var meget nedbrutt. Materialprøvene fra de resterende drakter ble tatt som beskrevet tidligere på draktens innside, i sømmen. Dette er trolig ikke en særlig representativ prøve fra disse draktene og kan sannsynligvis ikke si noe om den generelle tilstanden til drakten, men bare tilstanden til det spesifikke område prøven er hentet fra. Det er noe vanskelig å ta representative prøver på gjenstander og drakter laget av tarmskinn fordi man i stor grad er avhengig av at det finnes overflødig tarmskinn på innsiden av sømmene. Det er mindre aktuelt å ta en prøve som ville laget et hull i tarmskinnet. Sammenlignet med lær hvor det finnes fibre som kan skrapes av fra lærrets kjøttside, er dette ikke mulig tarmskinn. Det må enten klippes av eller skjæres av en bit av tarmskinnet. Dette vil nødvendigvis være noe begrensede for metoden.

Allikevel, resultater fra vurderingen av draktenes hydrotermiske stabilitet viser at  $T_s$  var som forventet det samme gjør. En aldring forårsaket av varme og rf vil trolig allikevel bryte ned materialet nokså jevnt, ettersom disse faktorer trenger i gjennom skinnstrukturen og samtidig



er aktive i mørke omgivelser (Larsen m.fl., 1996d:194). Det vil si at materialprøver tatt fra skinndraktens innside også vil påvirkes av slik type nedbrytning. En lysnedbrytning derimot, vil være mer avhengig av de områder lysstrålene treffer skinnet.

Selv om metoden viste seg god til å undersøke tarmskinnets grad av nedbrytning var det noen utfordringer knyttet til selve utførelsen. Det største utfordringen i den henseende var at fibre til tarmskinnet var små, samtidig som det var vanskelig å skille fibre fra hverandre siden lett klistret seg lett sammen, som beskrevet over i fiberanalysen. Det var vanskelig å skille de ulike krympeintervallene, spesielt var det vanskelig å skille overgangen mellom intervall  $B_1$  og C. Det samme ble erfart mellom C og  $B_2$ , og  $B_2$  og  $A_2$ . Det ble valgt å observere krympingen under stereomikroskop ved 40x fremfor under større forstørrelse ved bruk av gjennomlysningsmikroskop. Dette ble valgt fordi en 40x ga den beste oversikten over prøven som helhet, samtidig som at lysets vinkel lett kunne endres etter ønske.



## **5.4 Elektronmikroskop –SEM –analyse på fiber og fibrillnivå**

Det kunstige aldrede tarmskinnet ble undersøkt på mesoskopisk plan ved hjelp av elektronmikroskop (SEM). Ved hjelp av høy forstørrelse kan nedbryting av lær og pergament, som følge av de miljømessige faktorer observeres på det mesoskopiske plan, altså på fiber - og fibrillnivå (Larsen m.fl., 2005:200-202). Ved undersøkelse under SEM blir prøver bestået med elektroner som, avhengig av innstillinger, trenger ulikt ned i overflaten og gir et høyoppløselig, tredimensjonalt bilde av overflatens typologi med større dybdeskarphet enn for eksempel et gjennomlysningsmikroskop (Stuart, 2007:91-94, Artioli, 2010:66-67). SEM gir rom for å undersøke overflatens morfologiske karakteristikk og gir høy oppløselige bilder med stor forstørrelse. Metoden har blitt anvendt på kunstig aldrede pergament og har vist seg å i stor grad samsvare med resultater fra kjemiske og hydrotermiske analyser utført på det samme materialet (Badea m.fl., 2008:25). Det antas her av denne grunn metoden også vil gi verdifull informasjon om hvordan lys og varme påvirker strukturen til tarmskinnet. Ettersom testmaterialet er utsatt for ulike grader av lys og varme ble et lite men representativ utvalg fra testmaterialet undersøkt, prøve . Disse hadde vært utsatt for ulike aldringsregimer (Se vedlegg). Det skal her undersøkes om informasjon fra tarmskinnets overflate kan si noe om nedbrytningen av materialet.

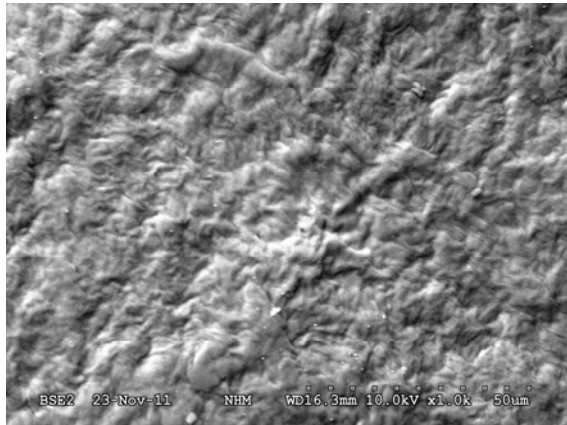
### **Metode**

Et utvalg av noen få, men representative prøver fra henholdsvis varmealdret (A9), lysaldret (AL5), varme/lysaldret (A8), sammen med en kontrollprøve (AK1) ble undersøkt under elektron mikroskop (SEM). Prøver med en størrelse på 1x1mm ble tatt fra testmaterialet og festet til en dobbeltsidig karbontape. Tarmskinnsprøvene ble festet slik at det som normalt er tarmskinnets ytterside vendte opp. Prøvene ble belagt med karbon og undersøkt ved hjelp av tilbakespredende elektroner (BSE2). Forstørrelsen ble satt til 500x, 1.0x, 2.0x og 3.0x

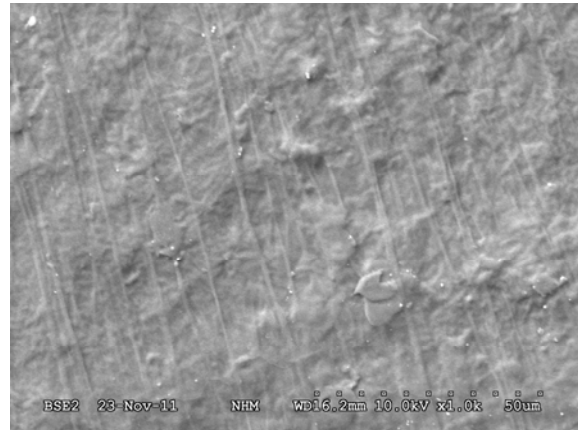
#### **5.4.1 Resultat og diskusjon**

Resultatene fra SEM analysen vises under. Undersøkelsen viste ingen forskjeller i overflaten til tarmskinnet, som kunne knyttes til en nedbrytning av fibre i tarmskinnet. Bildene av A9 og AL5 likner i stor grad. A8 skiller seg ut. Tarmskinnets langsgående parallelle

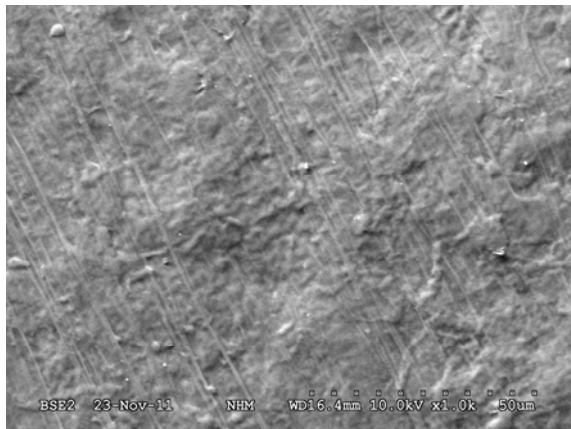
fiberorganisering beskrevet i kapittel 3 kan observeres på noen av disse prøver. Metoden viste seg å vanskelig gi resultater som kunne tyde på grad av nedbrytning eller nedbrytning forårsaket av ulike de faktorer. Det var vanskelig å fokusere inn et skarpt bilde, som bildene bærer preg av, og det var ikke mulig å få fokuserte skarpe bilder under større forstørrelse enn x1,0 selv om dette i utgangspunktet var ønskelig. Overflatebehandlingen kan skade prøven ettersom den generer varme. Særlig er dette problematisk når hensikten er å undersøke hvordan varme har påvirket den strukturelle overflaten. Bilder har blitt tatt av pergament under SEM som har blitt sammenlignet med bilder tatt av tatt uten overflatebehandling i den hensikt å undersøke hvorvidt beleggingsprosessen skader og endrer pergamentfibrene. Resultatene viste det ikke var noe som tydet på at fibrene ble skadet i beleggingsprosessen (Gatta m.fl., 2005:640). Dette gjelder imidlertid en short-pulse coating, som ikke ble brukt her. Det skal også bemerkes at metoden ikke nødvendigvis er særlig representativ for en hel overflate og gir ikke nødvendigvis et godt bilde av det totale skade eller nedbrytning. SEM undersøkelser foretatt av pergamentfibre har vist at SEM ikke gir et godt bilde på tilstand når den anvendes alene og bør derfor brukes sammen med andre komplimenterende metoder (Groot og Odlyha, 2005:764).



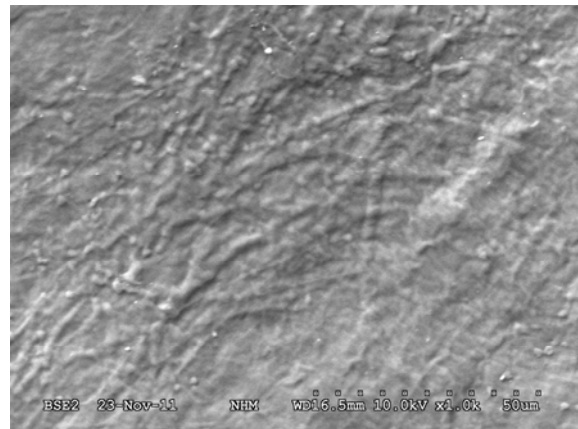
1. A8 BSE2 x1.0 – Varme 40 og lysaldret



2. A9 BSE2 x1.0 – Varmealdret 40



3. AL5 BSE2 x1.0 Lysaldret



4. AK1 BSE2 kontroll- ingen aldring

## 6 Generell diskusjon

I det foregående kapittel ble resultatene fra analysene utført både på testmaterialet og draktene diskutert og presentert. Analysemetodenes og deres anvendbarhet på tarmskinn ble diskutert. I dette kapittel vil det diskuteres hva slags informasjon analysene kan gi oss samlet, altså om resultatene fra analysene i stor eller liten grad samsvarer. Deretter vil det diskuteres hvorvidt, og i hvor stor grad kunstig aldring av et testmateriale kan relateres til virkeligheten og gi oss informasjon om nedbrytning og nedbrytningsraten til tarmskinn med tanke på en langsiktig bevaring.

### 6.1 Tarmskinnets oppbygging og struktur

Tarmskinnets oppbygging og struktur er som nevnt tidligere i liten grad beskrevet. Bearbeidingen av tarmskinnet sammen med litteraturundersøkelser viste at tarmen er delt opp i tre hovedlag og at tarmskinnet trolig utvinnes av det lag som kalles submucosa. En gjennomgang av forskning utført på submucosa tilhørende små pattedyr viste at kollagenfibrene er diagonalt ordnet og brer seg parallelt rundt mucosa som heliks i en retning som enten går med eller mot klokken. Fibrene verver seg sammen i et grindmønster liknende tekstilfibre i et vevd tekstil, sett bort i fra at de ikke er så strengt organisert (Komuro, 1988:120). Organiseringen kan også minne om hvordan trådene i et diagonaldekk anvendt til kjøretøy er ordnet (Gabella, 1987:492, Gabella, 2010:9). En likende fiberanordning finnes også i fibermembranen til enkelte ormer, som for eksempel spolorm (Komuro, 1988:120, Gabella, 1987:492, Gabella, 2010:9, Woodhead-Galloway, 1980:9). Felles for disse er at denne organisering er med på å gir styrke sammen med en viss grad fleksibilitet. Denne fiberorganisering bidrar trolig til å gjøre tarmskinnet sterkt men samtidig fleksibelt. Selv om forskningen nevnt over er basert på undersøkelser av mindre pattedyr viste fiberundersøkelser under mikroskop at tarmskinn hentet fra sel også trolig er organisert på en liknende måte. Dette kom spesielt tydelig frem på de materialprøver tatt av draktene, og noe mindre på testmaterialet. Dette kan ha sammenheng med at testmaterialet var hentet fra en ung sel og at fibrene var mindre utviklede enn fullt utvoksede seler. Undersøkelser foretatt under elektronmikroskop bygger også opp under disse antakelser, selv om bare to av materialprøvene, fra henholdsvis A9 og AL5, viste en tydelig parallell fiberanordning. Dette kan være et resultat av begrensningene til elektronmikroskopet ettersom slike bilder bare gjenspeiler et lite punkt på prøven og bildet er ikke nødvendigvis representativ for prøven

eller materialet som helhet. Fiberundersøkelsen viste også at kollagenfibrene unedbrutt tarmskinn var lange, og at tarmskinnstrukturen var lagdelt. Lagene kunne dras fra hverandre og det virket som at til tykkere tarmskinn til flere lag, men dette vites ikke sikkert. De analytiske undersøkelser som her har blitt utført kunne langt på vei bekrefte tarmskinnets struktur og oppbygging og bygger opp under de litteratur undersøkelser som ble gjort i denne forbindelse.

## **6.2 Makroskopiske og mikroskopiske undersøkelser**

Analysemetodenes egenhet og begrensninger ble kort diskutert i forrige kapittel. Det skal her allikevel legges til noen generelle samlede bemerkninger hvorpå de mest informative metodene vil diskuteres først.

### **6.2.1 Hydrotermisk stabilitet**

Om de analytiske metodene som her ble vurdert ses samlet skiller vurderingen av kollagenets hydrotermiske stabilitet seg fra de resterende metoder. Denne metoden gav en god indikasjon på tilstanden til tarmskinnet og  $T_s$  samsvarer både med de ulike allerede testprøver, og forventede resultater om at draktene oppbevart i magasin hadde en høyere  $T_s$  enn drakten i utstilling. Selv om denne metoden er en subjektiv metode, baseres den på konkrete fastsatte standarder som i stor grad fungerte i en vurdering av tarmskinnsfibre, selv om noen av intervallene var vanskelige å skille, som nevnt i forrige kapittel.  $T_{start}$  var i de fleste tilfeller enkel å observere, det samme var hovedkrympingsintervallet  $T_s$ . I en tilstandsvurdering av tarmskinn er det allikevel nettopp disse to som er viktigste, ettersom de alene kan legge føringer for valg av konserveringsmetode og egnet oppbevaring. Spesielt relevant er dette for tarmskinnmaterialet, fordi en av de viktigste behandlingsmetoder beskrevet for tarmskinn baserer seg på tilføring av fuktighet, gjerne i form av fuktbad med opptil 75-80% RF eller destillert vann, for å få tarmskinnet formbart og fleksibelt. Våte rensemetoder med destillert vann er også beskrevet (Dumka, 1991, Cruickshank, 1987, Gottsmann, 2009, Jackson og Andrew, 2009, Cruickshank og Gómez, 2009, Morrison, 1986). En måling av den hydrotermiske stabilitet har derfor vist seg å være en godt egnet analysemetode for materialer laget av tarmskinn.

Allikevel, selv om den hydrotermiske stabiliteten gir er god indikasjon på tilstand påpeker som Larsen med flere at en slik undersøkelse bør komplimenteres med en inngående undersøkelser av tilstanden og fysiske egenskaper på det makroskopiske plan (Larsen m.fl., 2002a:62). Dette skyldes i hovedsak, som nevnt tidligere, at en krympingstemperaturtest ikke nødvendigvis er helt representativ. Spesielt er kanskje dette viktig for tarmskinn da en prøvetakning som oftest begrenser seg til spesifikke områder. I undersøkelsene av draktene i magasin var det flere områder på draktene som i første øyekast så ut til å være mer nedbrutt enn de områder hvor prøvene ble tatt fra. Ettersom det er begrensninger i hvor på drakten en prøve kan tas er det spesielt viktig å være oppmerksom på at selv om krympetester er utført kan en våt behandling føre til irreversible skade fordi tarmskinnet er ujevnt nedbrutt.

### **6.2.2 Fibervurdering**

Fibervurderingen viste også å være en egnet metode for en vurdering av tilstanden til tarmskinn. Imidlertid, som nevnt tidligere, var det vanskelig å fastsette gode vurderingskriterier som kunne illustrere nedbrytningen. Metoden baserte seg på en noe modifisert, fastsatte kriterier for vurdering av lærfibre. Men som nevnt skiller den strukturelle fiberorganiseringen til tarmskinn seg fra lær på flere punkter. Til tross for dette bør metoden utføres i forbindelse med en vurdering av de hydrotermiske stabilitet slik som beskrevet i litteraturen (Larsen m.fl., 1996d:196). Undersøkelsen utført i dette prosjektet viste at det faktisk var en observerbar sammenheng mellom graden av fragmenterte fibre og tarmskinnets  $T_s$ . Resultatet fra DU2 er et tydelig eksempel på dette. Og selv om metoden bør utvikles og tilrettelegges for tarmskinn viste denne undersøkelsen at det er en enkel metode som sammen med en vurdering av tarmskinnets hydrotermiske stabilitet kan ha nyttige implikasjoner for praktisk konservering og vurdering av tarmskinnmaterialer. Slik som også er tilfelle for lær (Larsen, 1996c:187). Dette prosjektet har i stor grad hvilt på litteratur som angår kollagen generelt og kollagenbaserte materialer som lær og pergament, og da spesielt arbeider utført av Larsen med flere. Det har vist seg i stor grad å fungerer, allikevel dukket det opp spørsmål underveis som ikke kunne dekkes av denne litteratur. For eksempel er fiberanalysens informasjonsgivende verdi mindre fordi det ikke helt vites hva som spesifikt kjennetegner et nedbrutt tarmskinnfiber, foruten at det helt tydelig fragmenteres.

### **6.2.3 Visuell vurdering på makroskopisk plan**

Fibervurderingen viste også å være en egnet metode for en vurdering av tilstanden til tarmskinn. Imidlertid, som nevnt tidligere, var det vanskelig å fastsette gode vurderingskriterier som kunne illustrere nedbrytningen. Metoden baserte seg på en noe modifisert, fastsatte kriterier for vurdering av lærfibre. Men som nevnt skiller den strukturelle fiberorganiseringen til tarmskinn seg fra lær på flere punkter. Til tross for dette bør metoden utføres i forbindelse med en vurdering av de hydrotermiske stabilitet slik som beskrevet i litteraturen (Larsen m.fl., 1996d:196). Undersøkelsen utført i dette prosjektet viste at det faktisk var en observerbar sammenheng mellom graden av fragmenterte fibre og tarmskinns  $T_s$ . Resultatet fra DU2 er et tydelig eksempel på dette. Og selv om metoden bør utvikles og tilrettelegges for tarmskinn viste denne undersøkelsen at det er en enkel metode som sammen med en vurdering av tarmskinns hydrotermiske stabilitet kan ha nyttige implikasjoner for praktisk konservering og vurdering av tarmskinnmaterialer. Slik som også er tilfelle for lær (Larsen, 1996c:187). Dette prosjektet har i stor grad hvilt på litteratur som angår kollagen generelt og kollagenbaserte materialer som lær og pergament, og da spesielt arbeidet utført av Larsen med flere. Det har vist seg i stor grad å fungerer, allikevel dukket det opp spørsmål underveis som ikke kunne dekkes av denne litteratur. For eksempel er fiberanalysens informasjonsgivende verdi mindre fordi det ikke helt vites hva som spesifikt kjennetegner et nedbrutt tarmskinnfiber, foruten at det helt tydelig fragmenteres.

### **6.2.4 Undersøkelser under elektronmikroskop SEM**

Den metode som i minst grad ga informasjon om tilstanden til tarmskinnet var undersøkelsen foretatt under elektronmikroskop. Undersøkelsen viste at det var vanskelig å få til klare bilder med høy forstørrelse. Det ble ikke observert synlige nedbrutte fibre og metoden må derfor trolig modifiseres noe om den skal kunne gi informasjon om nedbrytning av tarmskinnfibre.

### **6.2.5 Sammenhengen mellom ikke – inngripende undersøkelser foretatt på makroskopiske plan og inngripende undersøkelser utført på mikroskopisk plan**

En visuell undersøkelse av testmaterialet utført på det makroskopiske plan viste ingen synlige forskjeller mellom de aldrede og ualdrede prøvene. Derimot viste en måling av den

hydrotermiske stabiliteten foretatt på de sammen prøvene at kollagenet hadde gjennomgått en nedbrytning. Det er interessant at det ikke var mulig på makroskopisk plan ved hjelp av standarder, å verken vurdere forskjeller i farge eller de fysiske egenskapene til tarmskinnet (testmaterialet) som hadde vært utsatt for ulike aldringsregimer. Dette indikerer at en nedbrytning forårsaket av varme og lys vanskelig kan la seg oppdage på det makroskopiske plan, og dermed gjør en tilstandsvurdering på bakgrunn av en ikke-inngripende visuell analyse vanskelig. Om målinger av fysiske egenskaper som farge og tykkelse hadde blitt foretatt med tekniske instrumenter, slik som beskrevet i undersøkelsen av Vinland Map (Larsen m.fl., 2005), kunne det tenkes at det var mulig å oppdage forskjeller på testmaterialet som henholdsvis kunne være karakteristiske for lys og varmenedbrutt tarmskinn. I denne undersøkelsen, basert på de karakteristika beskrevet i forrige var det ikke mulig å observere slike forskjeller.

Testmaterialet og draktene ble undersøkt ved hjelp av visuelle metoder på ulike makro og mikroplan. Det er noe som kan være problematisk. Dette er et dilemma som er gjennomgående i konserveringsfaget ettersom man vanligvis ikke kan ta ubegrenset med materialprøver og fordi de fleste gjenstander det arbeides med er unike og har stor kulturell og historisk verdi (Larsen, 2000:85, Larsen m.fl., 2002b:165). Visuelle vurderinger noe som utgjør en stor del av den praktiske tilnærmingen til konserveringsfaget. Og noen ganger er det eneste en tilstandsvurdering kan baseres på. Av denne grunn er det viktig å forske på metoder som med visuelle karakteristikker som kan si noe om tilstanden og som igjen kan være nyttig for konservatoren i det daglige arbeid, noe forskning i konservering ikke alltid er. Det ville derfor vært feilaktig å utelate slike vurderinger, samtidig er det viktig å verdsette den informasjon som faktisk kan hentes ut ved å anvende sansene, øyne, hender og luktesans.

### **6.3 Akselerert aldring av et testmateriale**

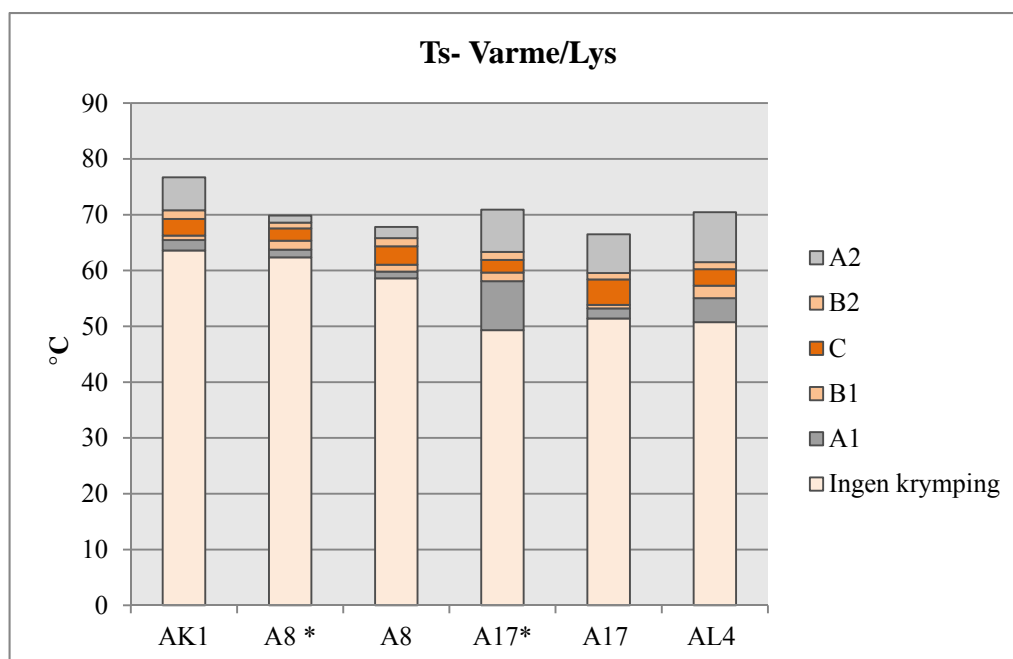
Som en del av dette prosjektet ble et nytt bearbeidet tarmskinn utsatt for ulike nedbrytende faktorer, henholdsvis lys og varme. Hensikten var å undersøke materialet i forhold til å vurdere de utvalgte analysemetodenes anvendbarhet på tarmskinn diskutert over. Samtidig var hensikten med det kunstige allerede tarmskinnet å undersøke hvordan disse to konkrete miljøfaktorer påvirker tarmskinnet, med hensyn til nedbrytning og nedbrytningsrate i en museums kontekst. I tillegg var det ønskelig å undersøke hvorvidt varighetskalkuleringer



(Isoperm) kunne anvendes for å relatere et kunstig aldret tarmskinn til virkeligheten, en spesifikk museums kontekst.

### 6.3.1 Lys, varme og kunstig aldring av tarmskinn

Som resultatene viste i forrige kapittel ble både det varmealdrede og lysaldrede testmateriale nedbrutt som en følge av aldringsregimene. I tillegg viste begge en jevn nedadgående nedbrytningskurve. Det er derfor tydelig at både varme og lys er nedbrytende faktorer for tarmskinn. Ettersom det lysaldrede materialet var utsatt for relativ stor lyseksponering, viste undersøkelsen at det lysaldrede materialet ble relativt raskt nedbrutt. I aldringsregimet ble også noen av de varmealdrede prøvene utsatt for lys. Under vises en grafisk fremstilling av de samme prøver tatt før og etter lysaldring.



Figur 49. Sammenligning mellom effekten av varmealdring (A8\* og A17\*) , lys og varmealdring (A8 og A17) og bare lysaldring (AL4).

A8\* viser krympingsintervaller for en prøve utsatt for varmealdring i 24 dager ved 40°C, A8 viser intervaller etter at den samme prøve er utsatt for 90 timer med en lyseksponering med 47000 lux. En prøve for måling av  $T_s$  ble tatt etter varmealdring og før lysaldring. Det samme gjelder A\*17 og A17, men disse er utsatt for en varmealdring ved 60°C. AL4 er viser krympingsintervaller for en prøve aldret med henholdsvis 90 timer med 47000 lux. AK1 viser verdier for ualdret tarmskinn. Både A8 og A17 viser mer nedbrytning etter at prøve ble utsatt

for lys. Det interessante er at AL4 som har vært utsatt for lys alene er mer nedbrutt enn A8, som har blitt utsatt for både varme og samme mengde lys. Dette kan være bero på en feil i målingen av  $T_s$ , men det kan også illustrere lysets nedbrytende effekt på tarmskinn.

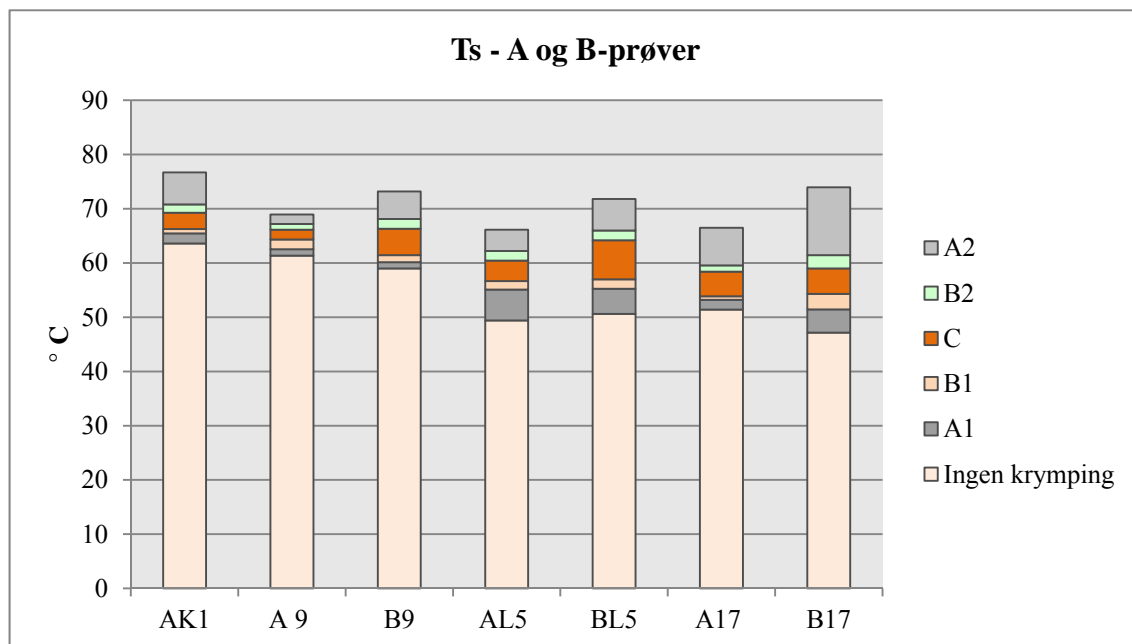
Lysaldringsregimet som testmaterialet ble utsatt for inkluderte ikke UV, det vil si at det ikke bare nok å fjerne UV for å unngå nedbrytning forårsaket av lys. Selv om det selvfølgelig er et nødvendig og enkelt tiltak å fjerne UV fra lyskilden, viser denne undersøkelsen at dette trolig ikke er helt nok om det er ønskelig å stoppe lysnedbrytning. Det bør kanskje i større grad også legges inn tiltak for å begrense lyseksponeringen. Dette kan innebære enkle grep som å slukke lyset om natten, samt de dager museet har stengt, redusere mengde lux, og minimere direkte belysning som lysspotter og lignende. Allikevel skiller lys seg fra temperatur og relativ fuktighet på et viktig punkt og det er at lys tross alt er en kontrollerbar faktor. Den kan utelukkes helt. Det kan derimot ikke fuktighet og temperatur som av denne grunn utgjør en konstant faktor uansett hvor en gjenstand befinner seg. På denne måten er det naturlig at det har blitt forsket mye på hvor stor grad av nedbrytning disse faktorer sammen utgjør, samtidig som det er viktig å finne gode løsninger for langtidsoppbevaring av sårbare organiske materialer. Allikevel, det vil alltid være et dilemma i hvilken grad gjenstander i utstilling bør eksponeres for lys. Fordelene ved at gjenstander kan ses av museets gjester står alltid i noe kontrast til den langsiktige bevaringen av de samme gjenstandene.

### **6.3.2 Relasjonen mellom kunstig aldring, virkeligheten, nedbrytningsrate og langsiktig bevaring**

Om nytt materiale skulle aldres på en naturlig men kontrollert måte ville det gått svært lang tid før det hadde vært mulig å analysere materialet og deretter relatere det til reelle museumsgjenstander (Reilly, 1996:77). Av denne grunn er det hensiktsmessig å utsette et testmateriale for faktorer som kan sette i gang nedbrytningsprosesser. Samtidig er det ofte vanskelig å utsette et materiale for alle de faktorer det naturlig blir utsatt for. Det er dermed vanskelig å forutsi følgene av synergieffekten mellom de ulike faktorene som luftbåren forurensing, fluktuerende relativ fuktighet, lys, varme og materialet i seg selv. En studie av hvordan temperatur og lys påvirker tarmskinnmaterialet ville bare gi isolert informasjon om hver av disse faktorer, samt hvordan disse to fungerer sammen. Allikevel, da det er vanskelig å forske på museumsgjenstander og mulighet for prøvetaking er begrenset, kan et kunstig

aldret materiale gi nyttig informasjon om materialets nedbrytningsmønster - og rate. Dette viste seg også å stemme.

Det er for eksempel en liten, men ikke ubetydelig forskjell på A prøvene og B prøvene (fig). For eksempel har B prøvene gjennomgående et større totalt krympingsintervall ( $\Delta T$ ) enn de tilsvarende A prøver, i tillegg viser grafen over at A prøvene er mer nedbrutt enn B prøvene.

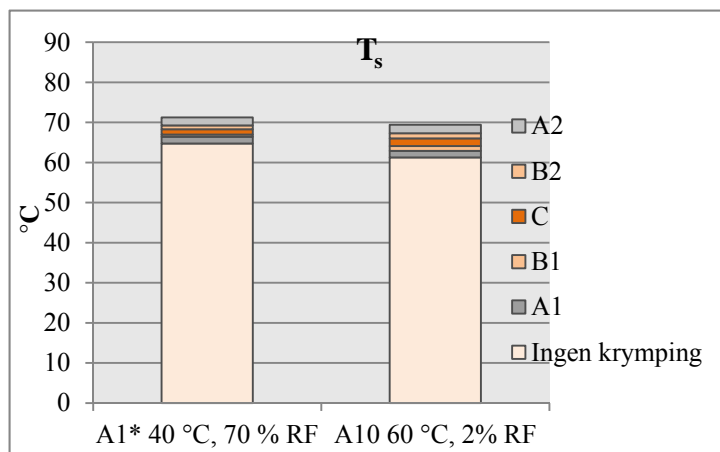


Figur 50. Sammenligning av A og B prøver utsatt for nøyaktig samme aldring

Dette kan tyde på at nedbrytningen av tarmskinn ikke bare er en følge av de miljømessige eksterne påvirkninger, men og så avhenger av tarmskinnets selv. Ettersom B prøvene er laget av samme sel, men hentet fra tykkertarmen betyr dette at det finnes indre betingelser som også har betydning for nedbrytningsraten. Basert på en visuell vurdering av forskjellene mellom det fremstillende tarmskinnet fra trykkertarm og tynntarm tyder det på at tykkertarmen som B prøvene var fremstil av var tykkere og hadde mindre grad av gjennomskinnelighet. At B-tarmskinnet er tykkere betyr at det inneholder flere fibre og at derfor trolig tar noe lenger tid før alle fibre blir like jevnt nedbrutt. Om dette er tilfelle kan det ha praktiske implikasjoner for oppbevaring av tarmskinn. For eksempel kan det være lurt i en utstillingssammenheng å spesielt se til at gjenstander av tynt tarmskinn for en spesiell lystilpassning i form av mindre intensitet. Dette kan være et enkelt grep, som muligens bidra til forsinker nedbrytningen og kan øke levetiden til gjenstander laget av tarmskinn. Selv om dette er en interessant observasjon, skal det ikke utelukkes at forskjellen mellom A og B prøven kan skyldes

svakheter ved metoden, altså vurderingen av den hydrotermiske stabiliteten. Som nevnt, er denne basert på subjektive vurderinger og det kan ikke utelukkes at utfallet av målingene kan være en ren tilfeldighet. Om alle prøver tatt fra begge prøvesett, henholdsvis A og B hadde blitt analysert kunne dette trolig ha bekreftet eller avkreftet denne tendensen. Det kunne da på et større grunnlag ha blitt hevdet at tykke materialer har en annen nedbrytningsrate enn tynne. Dette blir forløpig bare antakelser. Et kunstig aldret tarmskinn kan derfor gi nyttig kunnskap om nedbrytning og nedbrytningsrate.

Imidlertid viste det seg vanskelig å relatere det kunstige aldrede tarmskinnet til virkeligheten på bakgrunn av varighetskalkuleringer. Tarmskinnet som ble aldret med 2 %RF og 40 °C viste en meget slak nedgang i krympingstemperatur, som vist i forrige kapittel. Allikevel, viser dette at tarmskinnet blir nedbutt av varme alene. I en naturlig museums kontekst vil det også være tilstede fuktighet. Isoperm kalkuleringer av varme alene versus varme og RF fra før aldringen viste at 3 dager med 70 % RF og 40 °C tilsvarte en større tid i utstillingen enn 3 dager med 60° C. Om krympingstemperaturen til disse to studeres fører imidlertid 3 dager med 60 °C til en større nedbrytning av kollagenet enn 3 dager med 40° C og 40 % rf, selv om det i følge isoperm viser at A1\* har vært lengre tid i utstillingen.



Figur 51. Diagrammet viser

Dette viser at en kalkulering av varighet ikke umiddelbart kan brukes til relatere et kunstig aldret tarmskinn til en spesifikk utstillingskontekst, i dette tilfelle den Arktis utstilling.

Ettersom at varmealdringen ble utført med bare 2 % RF ble effekten av varighetskalkuleringen liten og i denne sammenheng lite anvendelig. Den lengste varmealdringen tilsvarte 0,561 år (A18), omtrentlig et halvt år i Arktis utstilling og hadde samtidig nedgang i  $T_s$  på 8,8 °C, hvilket betyr at tarmskinndraktene i Arktis utstilling ville

vært totalt nedbrutt for lenge siden. Weiss og Orgel stiller spørsmål ved validiteten til en tørr varmealdring av kollagenbaserte materialer fordi deres undersøkelser har vist at det skjer endringer på det strukturelle plan som ikke likner forandringer som faktisk finner sted ved en naturlig nedbrytning (Weiss og Orgel, 2000:127-128).

Det ble også regnet på mengde lys som testmaterialet ble utsatt for i forhold til lysmengden i utstilling. Lysmengden testmaterialet ble utsatt for tilsvarte 7,5 år i utstillingen og prøven viste en  $T_s$  på 56,6 °C. Riktignok ammen med 17% RF og 30 °C. Om denne nedbrytningsraten hadde fortsatt slik ville testprøven om 21 år ha en  $T_s$  på ca 46 °C. Dette er ikke helt sammenlignbart med drakten i utstilling (DU2) som har vært utsatt for samme lyseksposeringen siden 1993, i 19 år med varierende temperatur og RF hadde en  $T_s$  på 53,7°C. Dette viser at et slik eksperiment vanskelig kan relateres til virkeligheten. Drakten burde vært mer nedbrutt enn testmaterialet, da denne er mye eldre og trolig har vært utsatt for enda større mengder lys, varme og RF enn testmaterialet. Det er for mange faktorer som spiller inn og virker inn i en nedbrytning av tarmskinn som også påvirker materialets nedbrytningsrate.

### **6.3.3 Vurdering av eksperimentelt oppsettet**

Det var i utgangspunktet tenkt å aldre testmaterialet med ca 30% fuktighet sammen med de to ulike temperaturene. Som forklart i kapitel 4 var dette ikke mulig å få til og aldringsprosedyren ble endret til bare å inkludere tørr varme. Prøvene A1-A9 ble allikevel utsatt for 3 dager med denne aldringen. Det ble valgt å inkludere dette i aldringen til disse prøvene ettersom disse tre dagene utgjorde et meget lite utslag på  $T_s$ . Dette gjorde igjen utslag på Isoperm kalkuleringene og gjorde at den lengste aldringen tilsvarte som nevnt maks et halvt år i den arktiske utstillingen. Dette forandret en av hensiktene med eksperimentet, allikevel viser dette som neven over hvor vanskelig det er å relatere et slik eksperiment til en spesifikk museumskontekst. Dette illustrerer noen av vanskelighetene med et slik eksperiment. For få faktorer gir en lite troverdig aldring, mens mange variabler krever et strengt og tett oppfulgt aldringsregime. Helst gjennomført i et klimaskap hvor det ikke er nødvendig å regulere RF med saltløsninger eller silicagel. I ettertid viste det seg også at testmaterialet ble delt opp i for mange biter i forhold til oppgavens tidsmessige rammer. Det

var derfor ikke mul å analysers alle A og B prøvene noe som i utgangspunktet var ønskelig.  
Dette kan imidlertid gjøres på et senere tidspunkt.

## 7 Konklusjon

Denne oppgaven har tatt for seg mange aspekter ved materialet tarmskinn og drakter laget av tarmskinn som ikke tidligere er beskrevet i en samlet kontekst. Undersøkelsene av tarmskinnets struktur og oppbygging viste at fiberordningen er strengere ordnet enn hos andre i kollagenmaterialer basert på hud som for eksempel lær. Undersøkelsene viste samtidig at strukturen trolig gjenspeiler tarmskinnets egenskaper som i unedbrutt tilstand kan kjennetegnes av å være forholdsvis sterkt og samtidig vanntett. Disse egenskapene opprettholdes til en viss grad i nedbrutt tarmskinn, noe som gjør det vanskelig å tilstandsvurdere tarmskinn på bakgrunn visuelle undersøkelser utført på det makroskopiske plan. Det viste seg samtidig vanskelig å fastsette kriterier som kunne være med på å illustrere tarmskinnets tilstand. Sammenhengen mellom undersøkelsene av tarmskinnets hydrotermiske temperatur som krever prøvetaking og en utelukkende visuell vurdering var verken umiddelbar eller tydelig. Allikevel viste de makroskopiske undersøkelsene viktige aspekter som kan påvirke bevaringstilstanden til tarmskinnet, som tilstedeværelse av skitt og smuss, muggsopp og hvite ukjente krystallutfellinger, samt rifter og hull i tarmskinnet. Noen av disse kan igjen trolig direkte relateres til oppbevaring i forbindelse med klimaet i museums konteksten. En kartlegging av miljøet draktene oppbevares i, henholdsvis utstilling og kjølig magasin kunne gi en god indikasjon på grad av nedbrytning. En vurdering av den hydrotermiske stabiliteten til drakten i utstilling hvor et prøveuttak ble tatt fra det meste lyseksponerte området viste at kollagenfibrene i dette området var svært nedbrutt. Lysstyrkemålingen som viste 350 lux sammen med en kartlegging av hvor lenge drakten hadde vært utstilt kunne derfor gi en viktig indikasjon vedrørende tilstanden til tarmskinnet.

En vurdering av tarmskinnets hydrotermiske stabilitet viste seg å være en meget egnet metode for en vurdering av tarmskinnets nedbrytningsgrad. En slik vurdering bør gjøres jevnlig og anvendes som en overvåkingmetode for gjenstander i utstilling, samt bør en slik vurdering utføres i forkant av en våt eller fuktig konserveringsbehandling. Det viste seg utfordrende å utvikle gode og beskrivende vurderingsparametre for fibervurderingen, men undersøkelsen viste at det var en observerbar forskjell mellom nedbrutt og unedbrutte tarmskinnfibre. Observasjonene fra fibervurderingen samsvarte med krympingstemperaturmålingene. Til mer fragmenterte fibre til lavere  $T_s$ . Metoden har derfor et stort informasjonspotensial og bør av denne grunn utføres i forbindelse med en vurdering av fibrenes hydrotermiske temperatur, slik som også anbefales for lær. Metodene som her ble brukt i undersøkelsen av tarmskinnet var

ikke beskrevet utført på tarmskinn i publisert litteratur. Metoder beskrevet for lignede kollagenbaserte materialer, som lær, skinn og pergament viste seg i de fleste tilfeller å også være anvendbare i undersøkelse av tarmskinn. Undersøkelsen under elektronmikroskop var et unntak, men om de rette innstillingene

Det kunstige aldrede tarmskinnet ga ingen indikasjoner på hvilke faktorer, av henholdsvis varme og lys, som virker mest nedbrytende på tarmskinnet. Både det lysaldrede og varmealdrede testmaterialet ble nedbrutt som en følge av begge aldringsregimene. De lysnedbrutte prøvene var riktignok noe mer nedbrutt enn de som hadde vært utsatt for tørr varme. Dette kan ha med at intensiteten til lysaldringen var noen større, samtidig som det både var tilstede forhøyet temperatur og lav RF. Undersøkelsene av de ulikt aldrede teststykkene viste ingen synlige forskjeller i tarmskinnets fysiske egenskaper, derimot gjorde vurderingen av den hydrotermiske temperatur dette. Forsøket viste derfor at det er vanskelig å forspeile tarmskinnets grad av nedbrytning på bakgrunn av ikke- inngripende visuell metode på det makroskopiske plan. Det var heller ikke mulig å relatere det kunstige aldrede testmaterialet til utstillingskonteksten ved hjelp av varighetskalkuleringer. Denne metoden kan derfor vanskelig brukes til å forspeile tarmskinnets nedbrytningsrate med tanke på en langsiktig bevaring av denne materialgruppen. Allikevel viste både bearbeidingen av tarmskinnet og den kunstige aldringen av teststykker å gi god viten om tarmskinn som materiale. Å undersøke et testmateriale som komplimenterer en undersøkelse av reelle museumsgjenstander viste å være en fin måte å innhente kunnskap om et materiale som er lite utforsket og på samme tid lite tilgjengelig.

#### **7.1.1 Anbefaling for videre oppbevaring av tarmskinndraktene til KHM**

På bakgrunn av undersøkelsene foretatt av de syv tarmskinndraktene til KHM vil det her gis noen generelle anbefalinger i den videre bevaringen draktene. Tarmskinndraktene som er oppbevart i kjølig magasin bør renses for muggsopp, men i forkant av en slik rensing bør det utføres en elementanalyse av de hvite utfellingene observert på flere av disse draktene. Dette er viktig ettersom en avklaring av om disse utslagene skyldes giftige pesticider bør legges føringer for valg av rensemetode og videre håndtering. Dette bør gjøres i forbindelse med at disse draktene skal flyttes til et nytt svalt magasin på Økern. Om mulig ville det vært fordelaktig om draktene ble oppbevart liggende i store arkivesker og at draktene ble foret med



lett, tynt syrefritt silkepapir, eller et lignede materiale som gir støtte og som forhindrer at det dannes skrukker i tarmskinnet. Lysforholdene til drakten i utstilling (DU2) bør minimeres. Dette kan muligens gjøre ved at lyskilden eventuelt flyttes slik at tarmskinnet blir utsatt for mindre utsatt for direkte lyseksposering eller at intensiteten til lyset reduseres. Dette er nødvendige tiltak med henblikk på den langsiktige bevaringen av denne drakten.

## **7.2 Forslag til videre forskning**

Dette prosjektet har bare vært en rørelse i overflaten på et meget komplisert og omfattende tema. Mye forskning gjenstår om tarmskinn som materiale fullt ut skal forstås. Selv om det her ble gjort et forsøk på å studere tarmskinnets oppbygging, struktur, nedbrytning og nedbrytningsrate er det fremdeles mange ubesvarte spørsmål. Det ville vært svært interessant med en mer inngående undersøkelse av tarmskinnstrukturen til sjøpattedyr også med det henblikk å undersøke forskjellen mellom tarmskinn produsert av ulike arter. En kartlegging av vanlige tilsatte garvestoffer sammen med undersøkelse av hvordan tarmskinnet responderer på garvestoffer som urin, saltvann og røyk ville vært relevant. Spesielt med hensyn til hvordan disse garvestoffer påvirker kollagenet med tanke på bevaringen av tarmskinn. Samtidig ville dette vært interessant i forhold til å undersøke om det store visuelle mangfoldet som finnes blant tarmskinn skyldes tilsetning av faktiske garvestoffer. Det ville også vært interessant å undersøke de kjemiske forandringene som skjer i tarmskinnet ved nedbrytning.

## Litteraturliste

- Acticstudiescenter. *St. Lawrence Island Yupik Fancy Gut Parka* [Online]. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution. Tilgjengelig på:  
<http://alaska.si.edu/media.asp?id=82> [Accessed 08.09 2011].
- Artioli, G. 2010. *Scientific methods and cultural heritage: an introduction to the application of materials science to archaeometry and conservation science*, Oxford, Oxford University Press.
- Ashrae 2007. Museums, galleries, archives, and libraries. *i ASHRAE Handbook-HVAC Applications*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- Badea, E., Miu, L., Budrugaac, P., Giurginca, M., Masic, A., Badea, N. & Gatta, D. 2008. Study of deterioration of historical parchments by various thermal analysis techniques complemented by SEM, FTIR, UV-VIS-NIR and unilateral NMR investigations. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 91, 17-27.
- Birket-Smith, K. 1924. *Ethnography of the Egedesminde district: with aspects of the general culture of West Greenland*, København, Nyt Nordisk Forlag Arnold Busck.
- Birket-Smith, K. 1953. The Chugach eskimo. *Nationalmuseets skrifter. Ethnografisk række*, 6, IX, 261 s.
- Cruikshank, P. 1987. The conservation of a model Eskimo kayak involving the treatment of gut. *Leather conservation news*, 4, 1-12.
- Cruikshank, P. & Gómez, V. S. 2009. An early gut parka from the Arctic: its past and current treatment. *Scraping Gut and Plucking Feathers: the Deterioration and Conservation of Feather and Gut Materials*. University of York, Huntingdon Room: Icon Ethnography Group.
- Dumka, H. 1991. The conservation treatment of three gutskin parkas. *Journal of the International Institute for Conservation, Canadian Group*, 16, 17-22.
- Fenn, J. 1984. Some practical aspects in the choice of synthetic resins for the repair of ethnographic skin and gut. *i: Brommelle, N. S. (red.) Adhesives and consolidants: preprints of the contributions to the Paris Congress, 2-8 September 1984*. London: International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works.

- Fitzhugh, W. W. & Crowell, A. 1988. *Crossroads of continents: cultures of Siberia and Alaska*, Washington, D.C., Smithsonian Institution Press.
- Florian, M.-L. E. 1984. Conservation implications of the structure, reactivity, deterioration and modification of proteinaceous artifact material. *i:* Rose, C. L. & Von Endt, D. W. (red.) *Protein chemistry for conservators: sponsored by the Objects Specialty Group, Los Angeles, California, May 15, 1984*. Washington, DC: American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works.
- Florian, M.-L. E. 2006. The mechanisms of deterioration in leather. *i:* Kite, M. & Thomson, R. (red.) *Conservation of leather and related materials*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Florian, M.-L. E. 2007. *Protein Facts: fibrous proteins in cultural and natural history artifacts*, London, Archetype Publications.
- Gabella, G. 1987. The cross-ply arrangement of collagen fibres in the submucosa of the mammalian small intestine. *Cell and Tissue Research*, 248, 491-497.
- Gabella, G. 2010. Structure of intestinal musculature. *Comprehensive Physiology* [Online]. Tilgjengelig på: <http://dx.doi.org/10.1002/cphy.cp060102> [Lastet 18.10.2011].
- Gatta, D., Badea, E., Ceccarelli, T., A, U., Masic, A. & Coluccia, S. 2005. Assessment of damage in old parchments by DSC and SEM. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 82.
- Gjessing, G. & Johannessen, M. K. 1957. *De hundre år: Universitetets etnografiske museums historie 1857-1957*, Oslo, Universitetets etnografiske museum.
- Gottsmann, S. 2009. A Gut Skin Parka from the Ethnographic Collection of the Reiss-Engelhorn-Museen in Mannheim, Germany. *Scraping Gut and Plucking Feathers: the Deterioration and Conservation of Feather and Gut Materials*. University of York, Huntingdon Room: Icon Ethnography Group.
- Groot, J. D. & Odlyha, M. 2005. Damage assessment of parchment by micro-thermal analysis and scanning electron microscopy. *i:* Verger, I. (red.) *14th triennial meeting, The Hague, 12-16 September 2005: preprints (ICOM Committee for Conservation)*. London: Earthscan Ltd.
- Haines, B. M. 2006. Collagen: the leathermaking protein. *i:* Kite, M. & Thomson, R. (red.) *Conservation of leather and related materials*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Hatt, G. 1914. *Arktiske skinddragter i Eurasien og Amerika: en etnografisk studie*, København, J.H. Schultz.

- Hickman, P. 1987. *Innerskins/outerskins: gut and fishskin*. San Francisco: Museum of Craft and Folk Art.
- Hildebrand, M. 1995. *Analysis of vertebrate structure*, New York, Wiley.
- Holtved, E. 1967. *Contributions to Polar Eskimo ethnography*, København, Nyt Nordisk Forlag Arnold Busck.
- Issenman, B. K. 1997. *Sinews of survival: the living legacy of Inuit clothing*, Vancouver, UBC Press.
- Jackson, K. & Andrew, H. 2009. Gut Reaction: The history, treatment and display techniques of gut garments at the Pitt Rivers Museum. *Scraping Gut and Plucking Feathers: the Deterioration and Conservation of Feather and Gut Materials*. University of York, Huntingdon Room: Icon Ethnography Group.
- Kaiser, M. 2009. Eksperimenter (Sist oppdatert: 28.september 2009). *De nasjonale forskningsetiske komiteer* [Online]. Tilgjengelig på: <http://www.etikkom.no/no/FBIB/Introduksjon/Metoder-og-tilnarminger/Eksperimenter/>. [Lastet 22.november 2011].
- Kennedy, C. J. & Wess, T. J. 2003. The Structure of Collagen within Parchment, Åi A Review. *Restaurator*, 24, 61-80.
- King, J. C. H. 2005. Introduction. i: King, J. C. H., Pauksztat, B. & Storrie, R. (red.) *Arctic clothing of North America-Alaska, Canada, Greenland*. London: The British Museum Press.
- Kite, M. 2006. Furs and furriery: history, techniques and conservation. i: Kite, M. & Thomson, G. (red.) *Conservation of leather and related materials*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Klokkernes, T. 2007. *Skin processing: technology in eurasian reindeer cultures : a comparative study in material science of Sami and Evenk methods perspectives on deterioration and preservation of museum artefacts*. The Royal danish Academy of Fine Arts; the School of Conservation.
- Klokkernes, T. & Sharma, N. 2005. The Roald Amundsen Collection: The Impact of a Skin Preparation Method on Preservation. i: King, J. C. H., Pauksztat, B. & Storrie, R. (red.) *Arctic clothing of North America-Alaska, Canada, Greenland*. London: The British Museum Press.

- Komuro, T. 1988. The lattice arrangement of the collagen fibres in the submucosa of the rat small intestine: scanning electron microscopy. *Cell and Tissue Research*, 251, 117-121.
- Kovacs, K. M. & Lydersen, C. 2011. *Grønlandssel* [Online]. Norsk Polarinstitutt. Tilgjengelig på: <http://www.npolar.no/no/arktis/dyreliv/gronlandssel.html> [Accessed 03.10.2011 2011].
- Larsen, R. 1996. Deterioration and conservation of vegetable tanned leathers: the Environment Leather Project. *Leather conservation news*, 12, 1-8.
- Larsen, R. (red.) 1996. *Environment Leather Project Deterioration and conservation of vegetable tanned leather*, København: The Royal Danish Academy of Fine Arts.
- Larsen, R. 1996b. General Discussion. i: Larsen, R. (red.) *Environment Leather Project Deterioration and conservation of vegetable tanned leather*. København: The Royal Danish Academy of Fine Arts.
- Larsen, R. 1996c. Conclusions. i: Larsen, R. (red.) *Environment Leather Project Deterioration and conservation of vegetable tanned leather*. København: The Royal Danish Academy of Fine Arts.
- Larsen, R. 2000. Experiments and observations in the study of environmental impact on histoical vegetable tanned leathers. *Thermochimica Acta* 365, 85-99.
- Larsen, R. 2002. Improved Damage Assessment of Parchment, IDAP: micro and non-destructive analysis and diagnosis for proper storage and treatment. Tilgjengelig på: [http://www.cyf-kr.edu.pl/~ncbratas/pdf/full\\_larsen.pdf](http://www.cyf-kr.edu.pl/~ncbratas/pdf/full_larsen.pdf) [Lastet 10.10.2011].
- Larsen, R., Poulsen, D. V., Juchauld, F., Jerosch, H., Odlyha, M., De Groot, J., Wang, Q., Theodorakopoulos, C., Wess, T., Hiller, J., Kennedy, C., Della Gatta, G., Badea, E., Maõic, A., Boghosian, S. & Fessas, D. 2005. Damage assessment of parchment: complexity and relations at different structural levels. i: Verger, I. (red.) *14th triennial meeting, The Hague, 12-16 September 2005: preprints (ICOM Committee for Conservation)*. London: Earthscan Ltd.
- Larsen, R., Poulsen, D. V., Odlyha, M., Nielsen, K., Wouters, J., Puchinger, L., Brimblecombe, P. & Bowden, D. 2002b. The use of Complementary and Comparative Analysis in Damage Assessment of Parchments. i: Larsen, R. (red.) *Microanalysis of Parchment*. London: Achetype Publications Ltd.

- Larsen, R., Poulsen, D. V. & Vest, M. 2002a. The hydrothermal Stability (Shrinkage Activity) of Parchment Measured by the Micro Hot Table Method (MTH). i: Larsen, R. (red.) *Microanalysis of Parchment*. London: Archetype Publications Ltd.
- Larsen, R., Poulsen, D. V. & Vest, M. 2005. Report on the Assessment and Survey of the Condition and Technique of the Vinland Map and the Bindings of the Tartar Relation and Speculum Historale. Tilgjengelig på:  
<http://www.maphist.nl/papers/vinland051220.pdf> [Lastet 05.11.2011].
- Larsen, R., Poulsen, D. V., Vest, M. & Jensen, A. L. 2002. Amino Acid Analysis of New and Historical Parchments. i: Larsen, R. (red.) *Microanalysis of Parchment*. London: Archetype Publications Ltd.
- Larsen, R. & Rahme, L. 1999. *Læder, pergament og skind Fremstilling, historie og nedbrytning*, København, Det Kongelige Danske Kunstakademi Konservatorskolen.
- Larsen, R., Vest, M. & Kejser, U. B. 1994. *STEP leather project: evaluating of the correlation between natural and artificial ageing of vegetable tanned leather and determination of parameters for standardization of an artificial ageing methode*, København, Konservatorskolen.
- Larsen, R., Vest, M. & Nielsen, K. 1993. Determination of hydrothermal stability (shrinkage temperature) of historical leather by the micro hot table technique. *Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists*, 77, 151-155.
- Larsen, R., Vest, M., Poulsen, D. V. & Kejser, U. B. 1996a. Determination of hydrothermal Stability by the Micro Hot Table Method. i: Larsen, R. (red.) *Environment Leather Project Deterioration and conservation of vegetable tanned leather*. København: The Royal Danish Academy of Fine Arts.
- Larsen, R., Wouters, J., Chahine, C., Brimblecombe, P. & Calnan, C. 1996d. Recommendations on the Production, Artificial Ageing, Assessment, Storage and Conservation of Vegetable Tanned Leathers. i: Larsen, R. (red.) *Environment Leather Project Deterioration and conservation of vegetable tanned leather*. København: The Royal Danish Academy of Fine Arts.
- Lewis, D. M. 1991. Some aspects of the photochemistry of fibrous proteins. i: Calnan, C. & Haines, B. M. (red.) *Leather: its composition and changes with time*. Northampton: The Leather Conservation Centre.
- Madge, D. S. 1975. *The Mammalian alimentary system: a functional approach*, London, Edward Arnold.

- Mattsson, J. 2007. Analyse av muggsopp. *Meddelelser om konservering*, 11-19.
- Michalski, S. 2002. Double the life for each five-degree drop, more than double the life for each halving of relative humidity. i: Vontobel, R. (red.) *13th triennial meeting, Rio de Janeiro, 22-27 September 2002: preprints*. London: Earthscan Ltd.
- Morrison, L. 1986. The conservation of seal-gut parkas. *The conservator*, 10, 17-24.
- Nielsen, Y. 1907. *Universitetets ethnografiske samlinger 1857-1907: en historisk oversigt over deres tilblivelse, vækst og udvikling*, Oslo, Museet.
- Nps. 1999. Using Silica Gel In Microenvironments. *Conserve O Gram* [Online]. Tilgjengelig på: <http://www.nps.gov/museum/publications/conservoogram/01-08.pdf> [Lastet 10.10.11].
- Oakes, J. & Riewe, R. 1996. *Our boots: an Inuit women's art*, New York, Thames and Hudson.
- Oakes, J. & Riewe, R. 1998. *Spirit of Siberia: traditional native life, clothing, and footwear*, Washington, D.C., Smithsonian Institution Press.
- Orberg, J. W., Klein, L. & Hiltner, A. 1982. Scanning Electron Microscopy of Collagen Fibers in Intestine. *Connective Tissue Research*, 9, 187-193.
- Paterek, J. 1994. *Encyclopedia of American Indian costume*, Denver, Colo., ABC-CLIO.
- Perminow, A. A., Eek, A. C. & Bergstøl, J. 2004. *Kulturhistorier i sentrum: Historisk museum 100 år*, [Oslo], Kulturhistorisk museum, Universitetet i Oslo.
- Pool, M. A. 1997. Preliminary analysis of the effects of cold storage on fur garments and mammal skins. *Collection forum*, 13, 25-39.
- Pye, E. 2001. *Caring for the past: issues in conservation for archaeology and museums*, London, James & James.
- Ray, D. J. 1959. The Eskimo Raincoat. *The Alaska Sportsman*. Alaska: Morris Magazin Network.
- Reed, F. 2005. The Poor Man's Raincoat: Alaskan Fish-skin Garments. i: King, J. C. H., Pauksztat, B. & Storrie, R. (red.) *Arctic Clothing of North America - Alaska, Canada, Greenland*. London: The British Museum Press.
- Reed, F. 2008. Embellishments of the Alaska Native Gut Parka. Tilgjengelig på: <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1127&context> [Lastet 27.06. 2011].
- Reedy, T. J. & Reedy, C. L. 1992. *Principles of experimental design for art conservation research*, Los Angeles California United States, The Getty Conservation Institute.



- Reilly, J. M. 1996. Accelerated aging tests. i: Koch, M. S., Padfield, T., Johnsen, J. S. & Kejser, U. B. G. (red.) *Research techniques in photographic conservation: proceedings of the conference in Copenhagen, 14-19 May 1995*. Copenhagen: Kongelige danske kunstakademi. Konservatorskolen.
- Richter, J. & Jørgensen, G. 1995. *Biologisk nedbrydning i museer og arkiver*, København, Konservatorskolen, Det Kongelige Danske Kunstakademi.
- Rix, L. 1979. *Grønlandske skinddragter: skindbehandling, snitmønstre, syteknik og udsmykning*, København, The Museum.
- Ryder, C. H. 1895. *Den Østgrønlandske Expedition udført i Aarene 1891-92 under Ledelse af C. Ryder, Første Del*, København, Nyt Nordisk Forlag Arnold Busck.
- Scarborough, J. 1984. Patricia Bulitt: Gutsings and other dances. *Fiberarts*, 11, 50-51.
- Schaffer, E. 1974. Properties and preservation of ethnographical semi-tanned leather. *Studies in conservation*, 19, 66-75.
- Schmidt, A. L. 2010. *Skin Clothing from the North* [Online]. København: Nationalmuseet i København. Tilgængelig på: [http://nordligeverdener.natmus.dk/uploads/media/Skin\\_Clothing\\_From\\_The\\_North\\_01.pdf](http://nordligeverdener.natmus.dk/uploads/media/Skin_Clothing_From_The_North_01.pdf) [Accessed 20.09. 2011 2011].
- Schmidt, A. L., Feldthus, A. & Carlsen, L. 1993. On the changes of skin characteristics through an Inuit tanning procedure. i: Bridgland, J. (red.) *ICOM Committee for Conservation 10th triennial meeting: Washington, DC, 22-27 August 1993: preprints*. Paris: ICOM Committee for Conservation.
- Sebera, D. K. 1994. Isoperms An Environmental Management Tool. Tilgængelig på: <http://cool.conservation-us.org/byauth/sebera/isoperm/> [Lastet 26.09.2011].
- Snl. 2011. *Glans* [Online]. Store norske leksikon. Tilgængelig på: <http://snl.no/glans> [Accessed 21.12. 2011].
- Storbekk, E. C. 2005. Mugg i magasinene. Innledende prosjekt. Konserveringsseksjonen, KHM.
- Stuart, B. 2007. *Analytical techniques in materials conservation*, Chichester John Wiley & Sons.
- Thomson, G. 2003. *The museum environment*, London, Butterworth-Heinemann in association with the International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works.
- Thomson, R. & Lochmuller, T. 1994. Standard Chemical and Physical Analysis. i: Larsen, R., Vest, M. & Kejser, U. B. (red.) *STEP leather project: evaluating of the correlation*



*between natural and artificial ageing of vegetable tanned leather and determination of parameters for standardization of an artificial ageing method.* København: Konservatorskolen.

- Wess, T. J. & Orgel, J. P. 2000. Changes in collagen structure: drying, dehydrothermal treatment and relation to long term deterioration. *Thermochimica Acta*, 365, 119-128.
- Wilder, E. 1976. *Secrets of Eskimo skin sewing*, Bothell, Wash., Alaska Northwest Books.
- Wills, B., Calver, A. & Cruickshank, P. 1987. Experimental freeze-drying of ethnographic skins and gut. i: Grimstad, K. (red.) *ICOM Committee for Conservation 8th triennial meeting: Sydney, Australia, 6-11 September 1987: preprints*. Los Angeles, California: The Getty Conservation Institute.
- Woodhead-Galloway, J. 1980. *Collagen: the anatomy of a protein*, London, Edward Arnold.
- Young, G. S. 1990. Microscopical hydrothermal stability measurements of skin and semi-tanned leather. i: Grimstad, K. (red.) *ICOM Committee for Conservation 9th triennial meeting: Dresden, German Democratic Republic, 26-31 August 1990: preprints*. Paris: ICOM Committee for Conservation.
- Young, G. S. 1998. Thermodynamic characterization of skin, hide and similar materials composed of fibrous collagen. *Studies in conservation*, 43, 65-79.

### **Personlig kommunikasjon**

Anne Lisbeth Schmidt, konservator, Nationalmuseet i København, epost, 02.11. 2011

Torunn Klockernes, konservator, epost, 12.12.2011

Cathrine M. Whis, Seniorrådgiver, Mycoteam AS, samtale 18.11.2011

## Vedlegg 1- Bearbeiding av testmaterialet



Figur 1. Tarmen ankommer i frosset tilstand.



Figur 2. Etter opptining skylles tarmen i vann til vannet forblir klart.



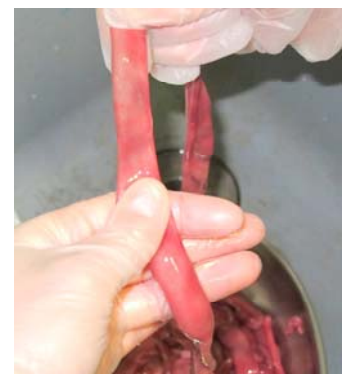
Figur 3. Tarmen er bundet sammen med en tynn hinne, serosa



Figur 4. For å kunne håndtere tarmen som en lang enhet måtte serosa klippes opp.



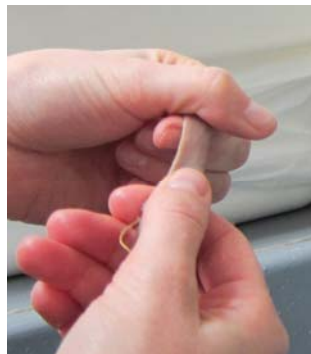
Figur 5. Tarmen kunne håndteres og var klar til å tømmes for innhold.



Figur 6. Tarmen tømmes for innhold ved å forsiktig klemme samtidig som man drar innholdet nedover.



Figur 7. For å fjerne det ytre muskellag ble en tråd ble slått om tarmen.



Figur 8. Deretter ble tråden trukket forsiktig nedover slik at det ytre muskellag ble fraskilt submucosa, altså tarmskinnet. Dette kunne også gjøres bare ved bruk av tommelen.



Figur 9. Tarmen skylles innvendig gjentatte ganger før den vrenses og mucosa fjernes.



Figur 10. Tarmen vrenses slik at mucosa vender ut og kan skrapes av.



Figur 11. Tarmen er vrenget og mucosa vender ut.



Figur 12. Mucosa, tarmens indre lag, skrapes av med baksiden av en skje.



Figur 13. Tarmen er her ferdig rensset på begge sider og vrenget tilbake slik at tarmens naturlige ytre side vender ut. Klar for oppblåsing.



Figur 14. Tarmen ble knyttet i den ene ende og oppblåst ved hjelp av en stor sprøyte.



Figur 15. Tarmen henges til tørking ved romtemperatur



Figur 16. Ferdigtørket tarmskinn. Tørkeprosessen tok en natt. Klar for oppklipping og bruk.

## **Bemerkninger**

Det ble erfart at bearbeidingen av tarmskinnet var svært tidkrevende og samtidig krevde bearbeidingen stor oppmerksomhet. Det skulle ikke mye unødig kraft til før hull ble laget eller tarmen ble avrevet. Det ble også erfart at tarmskinnet (submucosa) skilte seg naturlig fra de ytre og indre lag, og at prosessen var enklere å forstå enn på forhånd antatt. Den ”enkle” beskrivelsen: skrape av ytre muskelag, vrenge tarmen, skarpe av indre lag. Blåse opp og tørke var vanskelig å forestille seg forkant av bearbeidingen. Likevel, i prinsippet stemmer dette. Det ble også erfart at de deler av tarmen som lå et døgn eller to i vann ved kjøleskapstemperatur var enklere å bearbeide med tanke på å skille de ulike lag fra hverandre. Det var ikke mulig å bearbeide tarmen i ett stykke slik som bilder og litteraturen beskriver. For selv om prinsippet er enkelt, kreves det mye erfaring og trening om tarmen skal bearbeides som en helhet slik som den ble i Arktiske størk.



## Vedlegg 2 - Visuell analyse 1

Museumsnr. 6576 Øst - Grønland



DM1 foran, pilen viser sted for prøvetaking.



DM1 bakside.



Prøve for måling av den hydrotermiske stabilitet ble tatt ved nedre kant på draktens innside, slik som pilen viser.

Betegnelse i oppgave **DM 1** = Drakt i magasin nr 1

### Historie/ Opprinnelse

Fra Angmagsalik. DM1 og DM2 ble tildelt museet i 1885 sammen med en gruppe gjenstander som i følge Nielsen ble samlet inn under ledelse av daværende marinekaptein G.F Holm under ekspedisjonen i 1883-1885. Denne ekspedisjon var hovedsakelig stasjonert i Angmagsalik og gjenstandene ble gitt museet i gave fra den Kgl. Danske Kommissjon til Grønlands geografiske og geologiske undersøkelse og ble i følge Nielsen ansett som en "...større Berigelse af de eskimoiske samlinger (6563-6585) " I hovedkatalogen er givelsen oppført som den samme, men det står "Trolig innsamlet ved den av Kap. Holm ledede siste danske ekspedisjon til kysten av Øst-Grønland." Denne delen av Grønland ble utforsket av Holm for første gang i Konebådeekspedisjonen 1883-1885. Gjenstandene som ble samlet inn her ble derfor regnet som unike og av "nyt vitenskapelig stoff" . Yngvar Nilsen, 1907 og Hovedkatalogen.

### Dokumentasjon

Mål

- Isselengde: 6 cm
- Hetteåpningsomkrets: 52 cm
- Hettesidelengde: 29 cm
- Sidehøyde: 40 cm
- Forlengde: 63 cm
- Undervidde: 102 cm
- Brystvidde: 128 cm
- Ermeinnelende: 36 cm
- Baklengde: 91 cm
- Håndleddsomkrets: 24 cm
- Favnmaal: 133 cm
- Skulderhøyde: 62 cm

### Beskrivelse

Drakten er laget av vintertørket tarmskinn. Tarmene er sydd sammen horisontalt, med sømmene inn. Nedre kantbånd av selskinn uten hår. Skinnapplikasjoner er på draktens bakside.

Museumsnr. 6576b Øst-Grønland



DM2 foran, pilen viser sted for prøvetaking.



DM2 bakside med applikasjoner av selskinn.



Prøve for måling av den hydrotermiske stabilitet ble tatt på draktens innside i søm, slik som pilen viser.

Betegnelse **DM 2** = Drakt i magasin nr 2

### **Historie/ Opprinnelse**

Fra Angmagsalik "Sjenket fra den Klg. Danske Commisjonen til Grønlands geografiske og geologiske undersøkelse. Trolig innsamlet ved den av kap. Holm ledede siste danske ekspedisjonen til kysten av Øst Grønland. Var en del av gjenstandsgruppen nevnt for drakten over.

### **Dokumentasjon**

#### **Mål**

Isselengde: 9cm  
Hetteåpningsomkrets: 65 cm  
Hettesidelengde: 32 cm  
Sidehøyde: 51 cm  
Forlengde: 74 cm  
Undervidde: 200 cm  
Brystvidde: 120 cm  
Ermeinnelengde: 41 cm  
Baklengde: 107 cm  
Håndleddsomkrets: 29 cm  
Favn mål: 146 cm  
Skulderhøyde: 74 cm

#### **Beskrivelse**

Drakten er laget av sommertørket tarmskinn. Den er sydd sammen vertikalt og har en nedre kant av selskinn med spor av hår. Kanten lags hette/ermer er av farget mørkt brunt skinn av ukjent opprinnelse. Dette skinnenet fyller også sømmen i overgangen mellom skuldre/ermer, samt hettens bakside. Sømmen er på draktens innside. Baksiden har skinnapplikasjoner, av samme materiale som finnes lags hettekant/ermer.



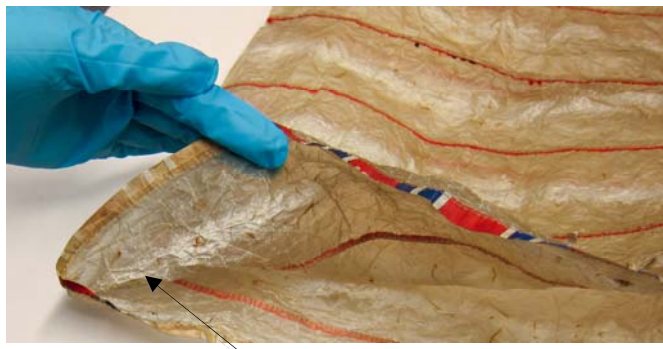
Museumsnr. 7734 Aleutene



Pilen viser sted der prøve ble tatt. Draktens front.



Draktens bakside.



Betegnelse i oppgave **DM 3** = Drakt i magasin nr 3

### Historie/Opprinnelse

Drakten bli betegnet som "regnfrakke med hette".  
"Brukes af de innfødte paa Alaska og på de aleutiske Øer. Kaldes på Aleutisk: Tchegda, mes det russiske Navn skal lyde: Kammelicka". Ble gitt til museet av Hr. A.M. Larssen som den gang var bosatt i Alaska. Den ble gitt til museet i 1891 og registrert i 1892.

### Dokumentasjon

#### Mål

Isselengde: 12 cm  
Hetteåpningsomkrets: 72 cm  
Hettesidelengde: 31 cm  
Sidehøyde: 91 cm  
Forlengde: 123 cm  
Undervidde: 180 cm  
Brystvidde: 126 cm  
Ermeinnelengde: 46 cm  
Baklengde: 144 cm  
Håndleddsomkrets: 39 cm  
Favnsmål: 160 cm  
Skulderhøyde: 118 cm

#### Beskrivelse

Drakten er sydd sammen av sommertørkede tarmer. Draktens front og bak er sydd i en spiral, uten sidesømmer. Sømmene vender inn mot innsiden og på yttersiden er den fylt med farget rødt tarmskinn. Der finnes spor etter fjær og ull som trolig har vært frynsedekor.



Prøve for måling av den hydrotermiske stabilitet ble tatt på draktens innside i søm, slik som pilen viser.

Museumsnr. 2499 Aleuterune



Draktens bakside



Pilen viser sted for prøvetaking.



Prøve for måling av den hydrotermiske stabilitet ble tatt på draktens innside i søm, slik som pilen viser.

Betegnelse i oppgave **DM 4** = Drakt i magasin nr 4  
**Historie/ Opprinnelse.**

Betegnes som en drakt av selhudtarmer fra Aleutene  
(Hovedkatalogen).

**Dokumentasjon**

Isselengde: 11 cm

Hetteåpningsomkrets: 71 cm

Hettesidelengde: 41 cm

Sidehøyde: 71 cm

Forlengde: 84 cm

Undervidde: 154 cm

Brystvidde: 142 cm

Ermeinnelengde: 46 cm

Baklengde: 116 cm

Håndleddsomkrets: 26 cm

Favnmaal: 160 cm

Skulderhøyde: 86 cm

**Beskrivelse**

Drakten er laget av sommertørket tarmskinn. Tarmene er sydd sammen horisontalt. Den har et farget kantbånd ved nedre kant og erme trolig laget av farget tarmskinn. Sømmene har inkorporert tekstil.



Museumsnr. 2926 Alaska



DM 5, foran. Pilen viser sted der prøve ble tatt.



DM5, bakside.



Prøve for måling av den hydrotermiske stabilitet ble tatt på draktens innside i søm, slik som pilen viser.

Betegnelse i oppgave **DM 5** = Drakt i magasin nr 5

### **Historie/ Opprinnelse**

Beskrevet som en "pæsk" med hette av tarmer og påsydde røde striper og frynser. Fra Alaska og trolig gitt av Dr. H. Sandberg.

### **Dokumentasjon**

#### **Mål**

Isselengde: 11 cm  
Hetteåpningsomkrets: 59 cm  
Hettesidelengde: 31 cm  
Sidehøyde: 74 cm  
Forlengde: 94 cm  
Undervidde: 156 cm  
Brystvidde: 150 cm  
Ermeinnelengde: 43 cm  
Baklengde: 121 cm  
Håndleddsomkrets: 29 cm  
Favnmaal: 158 cm  
Skulderhøyde: 93 cm

### **Beskrivelse**

Drakten er laget av sommertørket tarmskinn, sydd i horisontale striper med søm langs sidene. Sømmene er vendt inn mot draktens innside. På utsiden er sømmene fylt med tvinnede frynser i ull, samt hår og farget tarmskinn. Nedre kant og kanten langs erme er trolig av farget rødt tarmskinn. I hettesnoren henger det en dusk av hvitt/grått hår.

Museumsnr.UM28628



Betegnelse i oppgave **DU 1** = Drakt Utstilling nr.1  
**Historie/opprinnelse**

Denne samling, som drakten er en del av (28170-28688) ble kjøpt av kolonibestyrer Joh. Petersen, København i 1922-23. Drakten er en del av en større samling fra Angmagsalik. Samlingen stammer visstnok "...fra en tid, da fremmed påvirkning ennå ikke hadde gjort seg gjeldende i den lille avsidesliggende koloni..." Gjessing og Krekling-Johannessen, 1957.

#### **Dokumentasjon**

(det var ikke mulig å måle drakten og det ble heller ikke tatt prøve av denne)

#### **Beskrivelse**

Drakten laget av vintertørket tarmskinn og sydd sammen vertikalt. Rundt hetteåpningen er det skinnbroderier.



Museumsnr. 134



Betegnelse i oppgave **DU 2** = Drakt i utstilling nr 2

**Historie/ Opprinnelse**

En drakt fra Kodiak sydd av seltarmer. Gitt fra Københavns Museum til Oslo i 1856. Var utstilt på åpningsdagen til etnografisk museum i 1857.

**Dokumentasjon**

Mål (Det ble ikke tatt målinger av denne drakten)

**Beskrivelse**

Drakten er laget av sommertørket tarmskinn sydd i horisontale striper. I nedre kant og i ermenes kant er et bredt bånd trolig bestående av striper av farget tarmskinn. I sømmene er det spor etter garn/tekstil.



Piler viser stedet hvor prøve ble tatt.

### Vedlegg 3 - Visuell analyse Del 2

Prøve nummer	Opprinnelses- sted	Museums- nummer	Syretning	Garvenetode*	Spor etter bearbeiding	Spor etter tørking	Hull/rifter	Biologisk aktivitet (spor)	Biologisk aktivitet (aktiv)	Skitt/ Smuss	Tid. kons. behandl	Annet
DM 1	Øst-Grønland	6576	Vertikal	VT	Ja	Nei	Ja	Ja	Ja	Ja	Nei	Hvite utfellinger
DM 2	Øst-Grønland	6576b	Vertikal	ST	Ja	Ja	Nei	Ja	Ja	Ja	Nei	Hvite utfellinger
DM 3	Aleutene	7734	Horisontal	ST	Ja	Ja	Nei	Ja	Ja	Ja	Nei	Nei
DM 4	Aleutene	2499	Horisontal	ST	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nei	Hvite utfellinger
DM 5	Alaska	2926	Horisontal	ST	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Hvite utfellinger
DU 1	Øst-Grønland		Vertikal	VT	Nei?	Nei	Ja	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei
DU 2	Kodiak	132	Horisontal	ST	Ja	Ja	Ja	Ja	Nei	Nei	Nei	Nei

Tabell 1. Resultat fra den visuelle analysen del 2

\*VT = vintertørket, ST = sommertørket

### Vedlegg 4 - Visuell analyse Del 3

Prøve nummer	Opprinnelsested	Museumnummer	Flexibilitet	Glansegrad	Gjennomsnittlig	Sprøhet	Tarmens bredde
DM1	Øst-Grønland	6576	2- 4	Matt	Ingen	Nei	10-11 cm
DM2	Øst-Grønland	6576b	3	Halvmatt	Noe	Nei	11-12 cm
DM3	Aleuterne	7734	1	Halvblank	Meget ?	Ja	6-7 cm
DM4	Aleuterne	2499	2 - 3	Matt	Noe	Nei	5-6 cm
DM5	Alaska	2926	1	Halvmatt	Meget?	Ja	9-10 cm
DU1	Øst-Grønland		-	Matt	Ingen	Ja	10-11 cm
DU2	Kodiak	132	-	Halvblank	Meget	Ja	5-6 cm
A9			< 1	Halvmatt	Meget	Ja	4 cm
A18			< 1	Halvmatt	Meget	Ja	4 cm
AL5			< 1	Halvmatt	Meget	Ja	4 cm
A8			< 1	Halvmatt	Meget	Ja	4 cm
A17			< 1	Halvmatt	Meget	Ja	4 cm
AK1			< 1	Halvmatt	Meget	Ja	4 cm

### Farge - Visuell vurdering del 3

Prøve-nr.	Opprinnelsested	Museumsnr	Farge (hue)	Beskrivelse	Verdi/ Kroma	Farge (hue)	Variasjoner av farge	Verdi/ Kroma
DM1	Øst-Grønland	6576	2.5 Y	Yellow Olive yellow	7/6, 7/8 6/6, 6/8	2.5 Y	Light olive brown	5/3, 5/4, 5/6
DM2	Øst-Grønland	6576b	2.5 Y	Pale yellow  Yellow	8/2, 8/3, 8/4, 7/3, 7/4  8/6, 7/6, 7/8	2.5 Y	Light olive brown  Olive brown	5/3, 5/4, 5/6  4/3, 4/4
DM3	Aleuterne	7734	2.5Y	Pale yellow	8/2, 8/3, 8/4, 7/3, 7/4	10YR	Yellowish brown	5/8
DM4	Aleuterne	2499	2.5Y	Light yellowish brown	6/4, 6/3	2.5 Y	Light olive brown	5/3, 5/4, 5/6

				Light olive brown	5/3, 5/4		Grayish brown	5/2
DM5	Alaska	2926	2.5Y	Light yellowish brown	6/4, 6/3	2.5 Y	Pale yellow	7/3, 7/4
DU1	Øst-Grønland		2.5Y	Pale yellow	8/2, 8/3, 8/4	2.5 Y	Yellow	8/6, 8/8
DU2	Kodiak	132	2.5 Y	Very pale brown	7/3, 7/4	10YR	Light Brownish gray Pale brown	6/2 6/3
A9			10YR	Very pale brown	8/2, 8/3, 8/4	10YR	Yellow	8/6, 7/6, 7/8
A18			10YR	Very pale brown	8/2, 8/3, 8/4	10YR	Yellow	8/6, 7/6, 7/8
AL5			10YR	Very pale brown	8/2, 8/3, 8/4	10YR	Yellow	8/6, 7/6, 7/8
A4			10YR	Very pale brown	8/2, 8/3, 8/4	10YR	Yellow	8/6, 7/6, 7/8
A8			10YR	Very pale brown	8/2, 8/3, 8/4	10YR	Yellow	8/6, 7/6, 7/8
A13			10YR	Very pale brown	8/2, 8/3, 8/4	10YR	Yellow	8/6, 7/6, 7/8
A17			10YR	Very pale brown	8/2, 8/3, 8/4	10YR	Yellow	8/6, 7/6, 7/8
AK1			10YR	Very pale brown	8/2, 8/3, 8/4	10YR	Yellow	8/6, 7/6, 7/8

## Vedlegg 5 - Fiberanalyse

Prøve nummer	Opprinnels ested	Museumsnummer	Flexibilitet før vann	Fløyende i møte med vann	Absorpsjon av vann	Fibrenes sammenhengskraft	Fiberlengde	Tydelig laginndeling	Fibrenes fleksibilitet	Skitt/Smuss	Klissethet
DM1	Øst-Grønland	6576	Stiv	Ja	God	Stor	Middels /Fragm	Ja	Myke	Ja	Nei
DM2	Øst-Grønland	6576b	Stiv	Ja	God	Stor	Middels	Ja	Myke	Ja	Ja
DM3	Aleuterne	7734	Stiv	Ja	God	Middels				Ja	
DM4	Aleuterne	2499	?	Ja	God	Stor	?		Myke	Ja	Ja
DM5	Alaska	2926	Stiv	Ja	God	Stor		Ja	Stive	Ja	Nei
DU1	Øst-Grønland		-	-	-	-	-	-	-	-	-
DU2	Kodiak	132	Stiv	Ja	Middels	Stor	Fragementerte	Ja	Myke	Ja	Nei
A9			Myk	Ja	Middels	Middels	Lange	Nei	Myke	Nei	Ja
A18			Myk	Ja	Middels	Middels	Lange	Nei	Myke	Nei	Ja
AL5			Myk	Ja	Middels	Middels	Middels	Nei	Myke	Nei	Ja
A8			Myk	Ja	Middels	Middels	Middels	Ja	Myke	Nei	Ja
A17			Myk	Ja	Middels	Middels	Middels	Ja	Myke	Nei	Ja
AK1			Myk	Ja	Middels	Middels	Lange	ja	Myke	Nei	Ja



## Vedlegg 6 –Hydrotermisk stabilitet

Oversikt over hvilke prøver som ble analysert og resultat fra T<sub>s</sub>

\* uttak av prøve for T<sub>s</sub> tatt før nytt aldreregime/fortsatt aldring

\*\*undersøkt under SEM

FA =Fiberanalyse under mikroskop i forkant av T<sub>s</sub>

Analysert med T<sub>s</sub>

Gjennomsnitt av de to nærmeste T<sub>s</sub> målingene.  
Grunnlaget for diagram

Ant.	Prøve Nr. (måling nr.)	Aldringsregime	A <sub>1</sub> - T <sub>start</sub>	B <sub>1</sub>	C - T <sub>s</sub>	B <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	T <sub>siste</sub>	Δ T	ΔT total
1	A1 (1)	Prealdring*	64,7	67,4	67,7	68,3	69	71,2	0,6	6,5
	A1 (2)		64,8	65,4	66,2	68,3	69,5	71,3	2,1	6,5
	A1 (3)									
	A1		64,8	66,4	67,0	68,3	69,3	71,3	1,3	6,5
	St. Avvik		0,07	1,41	1,06	0,00	0,35	0,07	1,06	0,00
2	A2	Prealdring*								
3	A1 (1)	Varme (1)	64,3	64,8	65,7	67,7	68,6	69,9	2	5,6
	A1 (2)		62,9	65	66,8	68,6	69,1	70,1	1,8	7,2
	A1									
	A1		63,6	64,9	66,25	68,15	68,85	70	1,9	6,4
	St. Avvik		0,99	0,14	0,78	0,64	0,35	0,14	0,14	1,13
4	A2*	Varme (1)								
5	A3	Varme (1)								
6	A4*	Varme (1)								
7	A5 (1)	Varme (1)	62,6	64,5	65,3	67,2	68,3	69,2	1,9	6,6
	A5 (2)		62,1	63	65,4	67,9	68,9	70,5	2,5	8,4
	A5									
	A5		62,4	63,8	65,4	67,6	68,6	69,9	2,2	7,5
	St. Avvik		0,35	1,06	0,07	0,49	0,42	0,92	0,42	1,27
8	A6*	Varme (1)								
9	A7	Varme (1)								



10	A8*	Varme (1)								
11	A9 ** FA (1)	Varme (1)	61,5	62,1	64,5	66,6	67,4	68,5	2,1	7
	A9 (3)		61,2	63	64,2	65,7	67	69,4	1,5	8,2
	A9 (2)		63,3	64,5	65	66,5	67,3	68	1,5	4,7
	A 9		61,4	62,6	64,4	66,2	67,2	69,0	1,8	7,6
	St. Avvik		0,21	0,64	0,21	0,64	0,28	0,64	0,42	0,85
12	A10 (1)	Varme (2)	61,7	63,5	64,4	66,6	67,7	68,8	2,2	7,1
	A10 (2)		60,8	62,3	63,8	65,4	66,9	70	1,6	9,2
	A10									
	A10		61,3	62,9	64,1	66,0	67,3	69,4	1,9	8,2
	St. Avvik		0,64	0,85	0,42	0,85	0,57	0,85	0,42	1,48
13	A11	Varme (2)								
14	A12	Varme (2)								
15	A13	Varme (2)								
16	A14 (2)	Varme (2)	57,3	59,8	60,8	63,7	65,3	69,7	2,9	12,4
	A14 (3)		56,8	60,3	61,2	65,4	67,3	69,2	4,2	12,4
	A14 (1)		56,2	57,5	59,4	64,2	66	72,1	4,8	15,9
	A14		57,1	60,1	61,0	64,6	66,3	69,5	3,6	12,4
	St. Avvik		0,35	0,35	0,28	1,20	1,41	0,35	0,92	0,00
17	A15	Varme (2)								
18	A16	Varme (2)								
19	A17	Varme (2)								
20	A18 FA(1)	Varme (2)	55,2	56,4	57,4	62,5	63,9	70,4	5,1	15,2
	A18 (2)		55,8	57,8	58,5	62,9	64,8	72,7	4,4	16,9
	A18									
	A18		55,5	57,1	58,0	62,7	64,4	71,6	4,8	16,1
	St. Avvik		0,42	0,99	0,78	0,28	0,64	1,63	0,49	1,20
21	AL1 FA (1)	Synlig lys (3)	62,2	63,3	64	66,1	67,2	73,4	2,1	11,2
	AL1(3)		62,6	63,7	64,4	65,8	66,9	70,4	1,4	7,8

	AL1(2)		62,6	64,6	66,6			72,8		
	AL1		62,4	63,5	64,2	66,0	67,1	71,9	1,7	9,5
	St. Avvik		0,28	0,28	0,28	0,21	0,21	2,12	0,49	2,40
21a	AL1a*	"								
22	AL2	Synlig lys (3)								
22a	AL2a*	"								
22b	AL2b*	"								
23	AL3 FA (1)	Synlig lys (3)	58,5	59,9	60,5	63,1	64,6	72,1	2,6	13,6
	AL3 (3)		57,6	58,5	59,2	63,8	64,4	73,9	4,6	16,3
	AL3 (2)		58,6	59,2	60,9	63,2	64,2	66,2	2,3	7,6
	AL3		58,1	59,2	59,9	63,5	64,5	73,0	3,6	15,0
	St. Avvik		0,64	0,99	0,92	0,49	0,14	1,27	1,41	1,91
23a	AL3a*	"								
23b	AL3b*	"								
24	AL4	Synlig lys (3)								
24a	AL4a*	"								
24b	AL4b*	"								
25	AL5**FA (3)	Synlig lys (3)	48,8	56	57,7	61,1	62,5	66,2	3,4	17,4
	AL5 (1)		50	54,2	55,6	59,8	61,9	66,1	4,2	16,1
	AL5 (2)		49,4	55,7	56,8	62,3	66,5	67,2	5,5	17,8
	AL5		49,4	55,1	56,65	60,45	62,2	66,15	3,8	16,8
	St. Avvik		0,85	1,27	1,48	0,92	0,42	0,07	0,57	0,92
25a	AL5a*	"								
25b	AL5b*	"								
26	A2	Varme og lys (4)								
27	A4 (2)	Varme og lys (4)	57,7	60,4	61,3	64,9	66,3	69,9	3,6	12,2
	A4 (3)		58,5	59,8	61,4	64,2	65,1	67,7	2,8	9,2
	A4 (1)		55,5	58,1	60,2	63,3	64,7	69,4	3,1	13,9
	A4		58,1	60,1	61,4	64,6	65,7	68,8	3,2	10,7

	St. Avvik		0,57	0,42	0,07	0,49	0,85	1,56	0,57	2,12
28	A6	Varme og lys (4)								
29	A8**FA(2)	Varme og lys (4)	58,5	59,8	61,4	64,2	65,1	67,7	2,8	9,2
	A8(3)		58,7	59,8	60,7	64,5	66,5	67,9	3,8	9,2
	A8 (1)		56	57,3	57,9	62,8	63,9	67,9	4,9	11,9
	A8		58,6	59,8	61,1	64,4	65,8	67,8	3,3	9,2
	St. Avvik		0,14	0,00	0,49	0,21	0,99	0,14	0,71	0,00
30	A11	Varme og lys (5)								
31	A13 (1)	Varme og lys (5)	52,6	56,1	58,7	62,2	63,7	69,9	3,5	17,3
	A13 (3)		55,1	56,7	58,1	62,1	63	70,1	4	15
	A13 (2)		58,2		59,2	62,8	64,7			
			53,9	56,4	58,4	62,2	63,4	70,0	3,8	16,2
	St. Avvik		1,77	0,42	0,42	0,07	0,49	0,14	0,35	1,63
32	A15	Varme og lys (5)								
33	A17 FA(1)	Varme og lys (5)	50,3	52,5	53,4	58,9	60,3	65,5	5,5	15,2
	A17 (2)		52,5	53,9	54,3	57,9	58,8	67,5	3,6	15
	A17									
	A17		51,4	53,2	53,9	58,4	59,6	66,5	4,6	15,1
	St. Avvik		1,56	0,99	0,64	0,71	1,06	1,41	1,34	0,14
34	AK1 FA (3)	Ingen (kontroll)	63,1	65,9	66,8	69,8	71,7	76,8	3	13,7
	AK1 (2)		64,1	65	65,7	68,7	69,9	76,6	3	12,5
	AK1(1)		65,5	66,2	67	68,5	69,3	70,8	1,5	5,3
	AK1		63,6	65,5	66,3	69,3	70,8	76,7	3,0	13,1
	AK1		0,71	0,64	0,78	0,78	1,27	0,14	0,00	0,85
	St. Avvik									
35	AK2	Ingen								

36	AK3	Ingen								
37	DM1- 6576 FA (2)		47,8	52,6	54,6	57,3	59,9	69,2	2,7	21,4
	DM1(3)		45,4	47,7	51,2	57,1	58,8	75,9	5,9	30,5
	DM1(1)		49,5	51,5	53,1	57,4		62,2		
	DM1		46,6	50,2	52,9	57,2	59,4	72,6	4,3	26,0
	St. Avvik		1,70	3,46	2,40	0,14	0,78	4,74	2,26	6,43
38	DM2 - 6576b FA (1)		46,7	53,5	55,2	62,6	64	79,4	7,4	32,7
	DM2 (3)		48,5	54,4	56,6	62,7	64,7	74,6	6,1	26,1
	DM2 (2)		50,1	53,5	54,9	63,5	66,1	75,4		
	DM2		47,6	54,0	55,9	62,7	64,4	77,0	6,8	29,4
	St. Avvik		1,27	0,64	0,99	0,07	0,49	3,39	0,92	4,67
39	DM3- 7734 FA(1)		52	53,1	54,1	59,1	60,5	78,1	5	26,1
	DM3(3)		50,7	51,8	53,3	58,1	60,1	78,4	4,8	27,7
	DM3 (2)		53,3	55,2	56,7	59,1	61,1	76,6		
	DM3		51,4	52,5	53,7	58,6	60,3	78,3	4,9	26,9
	St. Avvik		0,92	0,92	0,57	0,71	0,28	0,21	0,14	1,13
40	DM4- 2499 FA (2)		46,2	49,6	51	58,4	60,2	71,1	7,4	24,9
	DM4 (3)		46,9	47,9	48,5	54,6	57,4	71,8	6,1	24,9
	DM4 (1)		48,5	54	54,7	59,7	62,5	72,3		
	DM4		46,6	48,8	49,8	56,5	58,8	71,5	6,8	24,9
	St. Avvik		0,49	1,20	1,77	2,69	1,98	0,49	0,92	0,00
41	DM5 - 2926 FA (2)		52,5	54,7	55,6	60,5	62,2	74	4,9	21,5
	DM5 (3)		51,6	54,7	56,1	61,4	63	74,2	5,3	22,6
	DM5 (1)		47,6	53	55,9	60,5	62,5	73,4		
	DM5		52,1	54,7	55,9	61,0	62,6	74,1	5,1	22,1
	St. Avvik		0,64	0,00	0,35	0,64	0,57	0,14	0,28	0,78
42	DU1 - 134 FA (1)		30,5	39,9	45,0	49,7	54,0	75,0	4,7	44,5
	DU1(2)		31,3	40,0	47,1	48,9	54,0	62,2	1,8	30,9
	DU1(3)		31,9	43,4	44,9	48,0	49,6	71,7		
	DU1		30,9	40,0	46,1	49,3	54,0	68,6	3,3	37,7

	St. Avvik		0,57	0,07	1,48	0,57	0,00	9,05	2,05	9,62
43	B9 (1)	Varme (1)	58,1	59,2	61,2	66,3	68,6	74,5	5,1	16,4
	B9 (2)		59,9	61,1	61,7	66,3	67,6	71,9	4,6	12
	B9 (3)									
	B9		59,0	60,2	61,5	66,3	68,1	73,2	4,8	14,2
	St. Avvik		1,27	1,34	0,35	0,00	0,71	1,84	0,35	3,11
44	BL5 (1)	Synlig lys (3)	50,9	55,9	57,8	63,5	65,7	70,3	5,7	19,4
	BL5 (2)		50,3	54,6	56,2	64,9	66,3	73,3	8,7	23
	BL5									
	BL5		50,6	55,3	57,0	64,2	66,0	71,8	7,2	21,2
	St. Avvik		0,42	0,92	1,13	0,99	0,42	2,12	2,12	2,55
45	B17 (1)	Varme og lys (5)	46,6	52,8	54,8	59,9	62,7	78	5,1	31,4
	B17 (3)		47,7	50,1	53,8	58,1	60,2	69,9	4,3	22,2
	B17 (2)		36,7	50,8	53,5	57,2	61,5	74,4		
	B17		47,2	51,5	54,3	59,0	61,5	74,0	4,7	26,8
	St. Avvik		0,78	1,91	0,71	1,27	1,77	5,73	0,57	6,51

## Ts - kunstig aldret tarmskinn og drakter

